BAND 22, HEFT 4 DEZEMBER 1954

PHYTOPATHOLOGISCHE ZEITSCHRIFT

Begründet von Prof. Dr. E. Schaffnit

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. E. Baldacci-Mailand, Prof. Dr. H. Braun-Bonn, Prof. Dr. W. B. Brierley-Reading, Prof. Dr. Takewo Hemmi-Kyoto, Oberreg.-Rat Dr. E. Köhler-Braunschweig, Prof. Dr. K. O. Müller-Canberra, Prof. Dr. H. M. Quanjer-Wageningen, Prof. Dr. Tr. Savulescu-Bukarest, Prof. Dr. E. C. Stakman-St. Paul

herausgegeben von

Prof. Dr. Dr. h. c. G. Gassner
Braunschweig

Prof. Dr. E. Gäumann
Zürich

Prof. Dr. M. Klinkowski
Aschersleben

Mit 45 Abbildungen

1954

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Phytopath. Z. Bd. 22, Heft 4, S. 345—460, Berlin 1954

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
22 JAN 1955

INHALT

Abhandlungen

STALDER, L., Untersuchungen über die Graufäule (*Botrytis cinerea* Pers.) an Trauben. 2. Mitteilung. Über den Zucker- und Säureverbrauch des Pilzes und die Wirkung einiger Nährstoffe auf das Wachstum. Mit 9 Abb. und 18 Tabellen 345

BLATTNÝ, C., BRČÁK, J., POZDĚNA, J., DLABOLA, J., LIMBERK, J. und BOJŇANSKÝ, V., Die Übertragung des Stolburvirus bei Tabak und Tomaten und seine virogeographischen Beziehungen. Mit 23 Abb. 381

MÜLLER, E. und MENON, R., *Bagcheea*, eine neue Gattung der *Sphaeriales* aus Indien. Mit 2 Abb. 417

NARASIMHAN, M. J. and THIRUMALACHAR, M. J., A. *Sclerotinia* disease of *Orobanche cernua* in Bihar (India). With 6 figures

THIRUMALACHAR, M. J., Inactivation of potato leaf roll by high temperature storage of seed tubers in Indian plains 429

SIEBS, E., Untersuchungen über die Schorfresistenz von Birnen (II) 437

Kurze Mitteilungen

KERN, H. und SANWAL, B. D., Untersuchungen über den Stoffwechsel von *Fusarium lycopersici* mit Hilfe von radioaktivem Kohlenstoff. Mit 4 Abb. 449

KLOFT, W., Über Einwirkungen des Saugaktes von *Myzus padellus* HRL. & Rogers (*Aphidinae, Mycini* CB.) auf den Wasserhaushalt von *Prunus Padus* L. Mit 1 Abb. 454

Besprechungen 459

Manuskripte: In deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache abgefaßte Originalarbeiten werden druckfertig und möglichst in Schreibmaschinenschrift erbeten. Aufnahme von Tabellen und Abbildungen unterliegt jeweils vorheriger Vereinbarung.

„Kurze Mitteilungen" sind solche Veröffentlichungen in den vorerwähnten Sprachen, die im allgemeinen einen Umfang von vier Druckseiten nicht übersteigen. Sie erscheinen möglichst schon im nächsten Heft.

Die „Besprechungen" erscheinen nur in deutscher Sprache.

Schriftleitung: Prof. Dr. Dr. h. c. Gassner, Braunschweig, Humboldtstr. 1, Professor Dr. Gäumann, Zürich 6, Universitätsstr. 2, und Prof. Dr. M. Klinkowski, Aschersleben, Ermslebener Str. 52.

Zusendung der Manuskripte von Originalarbeiten und „Kurzen Mitteilungen" entweder an den Verlag Paul Parey, Berlin SW 68, Lindenstraße 44/47, oder an einen der drei Herausgeber.

Zusendung der „Besprechungen" unmittelbar an Prof. Gassner, Braunschweig. Soweit nicht eine Aufforderung der Herausgeber zur Besprechung bestimmter Arbeiten ergangen ist, empfiehlt es sich, Prof. Gassner vorher von der Absicht der Besprechung zu verständigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar für Originalarbeiten und „Kurze Mitteilungen" beträgt 32,— DM je Druckbogen von 16 Seiten. Bei Beiträgen von mehr als drei Bogen werden nur die drei ersten Bogen honoriert; Dissertationen sind honorarfrei.

Honorar für die „Besprechungen" 48,— DM je Druckbogen.

Sonderdrucke: Jeder Mitarbeiter erhält unberechnet 20 Sonderdrucke seines Beitrages (Originalarbeiten und Kurze Mitteilungen). Mehrbedarf gegen Berechnung.

Erscheinungsweise: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jeder Band enthält etwa 40 Druckbogen.

Bezugsbedingungen: Der Preis des Bandes richtet sich nach dem Umfang. Er beträgt je Druckbogen von 16 Seiten etwa 3,— DM. Die Hefte sind auch einzeln käuflich. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Abonnementspreis dieses Heftes 22,80 DM **Einzelpreis 25,— DM**

Aus der Eidgenössischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil
Direktor: Prof. Dr. F. Kobel

Untersuchungen über die Graufäule (*Botrytis cinerea* Pers.) an Trauben

2. Mitteilung

Über den Zucker- und Säureverbrauch des Pilzes und die Wirkung einiger Nährstoffe auf das Wachstum

Von

LUKAS STALDER

Mit 9 Abbildungen und 18 Tabellen

Inhalt: Einleitung und Problemstellung. — I. Die Versuchsmethoden. 1. Die Bestimmung der Fruchtsäuren; 2. Die Bestimmung des Zuckers; 3. Die Bestimmung des Pilzwachstums. — II. Vorversuche. 1. Der Einfluß verschiedener Kohlenhydratquellen auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*; 2. Der Einfluß von organischen Säuren bzw. deren Natriumsalze auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*; 3. Der Einfluß einiger Stickstoffverbindungen auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*. — III. Der Zucker- und Säureabbau durch *Botrytis cinerea* in synthetischen Nährlösungen. 1. Der Abbau von Glucose, Weinsäure und Natriumtartrat und ihr Einfluß auf das Pilzwachstum; 2. Der Einfluß steigender Mengen Natriumtartrat und Natriummalat auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*; 3. Der Abbau von Glucose, Weinsäure und Äpfelsäure durch *Botrytis cinerea* unter Berücksichtigung der dem Pilz zur Verfügung stehenden Stickstoffquellen; 4. Diskussion einiger Ergebnisse. — IV. Der Zucker- und Säureabbau durch *Botrytis cinerea* in Traubensaft. 1. Das Wachstum von *Botrytis cinerea* auf Traubenpreßsaft der Sorten Blauburgunder und Gutedel im Verlauf der Vegetationsperiode. 2. Die Veränderung des Zucker- und Säuregehaltes von Traubensaft durch *Botrytis cinerea*. — V. Allgemeine Ergebnisse. — Zusammenfassung. — Summary. — Literaturverzeichnis.

Einleitung und Problemstellung

Über das physiologische Verhalten des Grauschimmelpilzes *Botrytis cinerea* Pers., seinen Nährstoffhaushalt und über die chemischen Veränderungen, welche er im Innern der befallenen Wirtspflanzen verursacht, besteht schon eine reiche Literatur. Besondere Verdienste hat sich MÜLLER-THURGAU (1888) durch seine eingehenden Untersuchungen über die Edelfäule der Trauben

erworben. Nach ihm wird die Veredlung des Traubensaftes bei der sogenannten Edelfäule in erster Linie dadurch bedingt, daß erstens durch die abgetötete Traubenhaut die Wasserverdunstung erleichtert, also der Zellsaft konzentriert wird und daß zweitens der Pilz relativ mehr Säure als Zucker abbaut. In absoluten Werten gemessen überwiegt allerdings der Zuckerverbrauch denjenigen an Säuren um das Vier- bis Achtfache. Es muß also festgehalten werden, daß die bevorzugte Kohlenhydratquelle für den Pilz der Zucker und nicht eine organische Säure ist. Das ist der Grund, warum ein durch *Botrytis cinerea* veredelter Traubenmost nur von ganz reifen Trauben mit hohem Zuckergehalt erwartet werden darf.

Trotz dieser grundlegenden Erkenntnis hat sich bis heute in der Praxis wie auch in derWissenschaft die Ansicht erhalten, daß es sich bei *Botrytis cinerea* in erster Linie um einen Säureabbauer handelt, einen Pilz also, welcher die Säure als Kohlenhydratquelle direkt bevorzugt und sie rascher abbaut, als dies für den Zucker der Fall ist. VIALA (1893) schreibt: „Le champignon absorbe surtout les acides du fruit et une faible proportion du sucre." Der gleichen Auffassung ist auch SORAUER (1900), wenn er schreibt: „Zwar zerstört auch hier der Pilz wertvolle Inhaltsstoffe, wie Säure und Zucker, da er aber die Säure schneller angreift als den Zucker, bleibt letzterer in relativ größerer Menge zurück." Bei VOGT (1951) liest man im Kapitel über die Edelfäule folgendes: „Bei günstiger Herbstwitterung veredelt der Pilz den Beerensaft, indem er mehr Wasser und Säure als Zucker verbraucht."

Ein weiterer Grund, warum die Durchführung der vorliegenden Untersuchungen vorgenommen wurde, ist die Tatsache, daß der Pilz je nach Nährsubstrat das Verhältnis von Zucker- und Säureverbrauch wesentlich verändern kann. MÜLLER-THURGAU (1895) konnte nachweisen, daß der Säuregehalt in Äpfeln, die von *Botrytis cinerea* befallen waren, im Gegensatz zum Traubensaft nicht abnimmt, sondern absolut erhöht wird, während der Zucker fast vollständig verschwindet. Eine Vorliebe des Pilzes für die Fruchtsäuren konnte also durch diese Untersuchungen nicht bestätigt werden.

Es wurde versucht, mit neueren Analysemethoden den Zucker- und Säurehaushalt des Pilzes zu überprüfen. MÜLLER-THURGAU (1888) bestimmte den Säureabbau in Traubensaft, indem er die Gesamtsäure mit n/10-Kalilauge titrierte und den Laugenverbrauch auf Weinsäure umrechnete. Diese Methode allein gibt aber keinen vollständigen Überblick über den Säurestoffwechsel des Pilzes, ja kann unter Umständen zu falschen Ergebnissen führen. Die Gründe dafür sind die folgenden:

1. Eine getrennte Bestimmung der einzelnen Säuren ist nicht möglich. Es ist nicht gesagt, daß die drei Hauptsäuren im Traubenmost (Wein-, Äpfel- und Zitronensäure) durch den Pilz gleich rasch angegriffen werden. BEHRENS (1898) wies nach, daß in synthetischer Nährlösung die Weinsäure rascher verschwindet als die Äpfelsäure, während der Zitronensäuregehalt eher zunimmt.
2. Es ist denkbar, daß der Pilz Zucker zu Zuckersäuren aufspaltet oder daß er andere organische Säuren bilden kann. Zum Beispiel ist die Frage der Oxalsäurebildung durch *Botrytis cinerea* umstritten. SMITH (1902) glaubt,

die Schädigungen der Pflanzenzellen damit erklären zu können, daß die Pilzhyphen Oxalsäure ausscheiden und so eine Zellvergiftung herbeiführen. Der gleichen Ansicht sind WEHMER (1891), LENDNER (1897), HALLIWELL (1952) und andere. PELTIER (1912) hingegen konnte in Kulturen von *Botrytis cinerea* auf zuckerreichen Nährböden keine Oxalsäure nachweisen. BROWN (1917) ist ebenfalls der Ansicht, daß der zellschädigenden Wirkung eines aktiven Extraktes aus *Botrytis*keimschläuchen weder Oxalsäure noch Oxalate zugrunde liegen.

3. Es besteht die Möglichkeit, daß der Pilz Stickstoffverbindungen (z. B. Aminosäuren) bis auf die letzte Stufe abbaut, also Ammoniak bildet, welcher sich in der Nährlösung anreichern und mit den organischen Säuren Verbindungen eingehen kann. MÜLLER-THURGAU konnte allerdings diesen Vorgang auf Traubensaft nie beobachten. Hingegen konnte im Verlauf unserer Untersuchungen eine Ammoniakanreicherung in synthetischer Nährlösung nachgewiesen werden, wenn man als Stickstoffquelle Asparagin benützte.

Um all diesen Eventualitäten zu begegnen und um Versuchsfehler, welche durch sie entstehen können, auszuschließen, wurde zur papierchromatographischen Bestimmungsmethode geschritten. Mit dieser Methode war es möglich, relativ einfach die einzelnen Säuren voneinander zu trennen und ihren Gehalt mit einer Genauigkeit von ± 5 % quantitativ zu bestimmen.

I. Die Bestimmungsmethoden

1. Die Bestimmung der Fruchtsäuren

Für die Ermittlung des Säuregehaltes dienten vor allem in den späteren Versuchen drei Parallelbestimmungen. Es sind dies:

a) Die papierchromatographische Bestimmung.
b) Die analytische Bestimmung der Weinsäure nach Vorschrift des Schweizerischen Lebensmittelbuches.
c) Die Titration der Gesamtsäure.

Auf diese Methoden und ihre Zweckbestimmungen soll hier kurz hingewiesen werden.

a) Die papierchromatographische Bestimmung

Die Abtrennung der Fruchtsäuren aus synthetischen Nährlösungen und Traubensäften erfolgte im Prinzip nach der gleichen Methode, wie sie zu diesem Zweck von BRYANT und OVERELL (1953), PHILLIPS und POLLARD (1953), HULME (1953), RENTSCHLER und TANNER (1954) und anderen verwendet wurde. Das zu untersuchende Kulturfiltrat wird mit dem Kationenaustauscher Amberlite IR 120 behandelt. Die auf diese Art freigelegten Säuren, welche vor der Behandlung unter Umständen teilweise an Kationen

gebunden sein können, werden nun an den Anionenaustauscher IRA 400 (Karbonat-Form) adsorbiert. Das Eluieren der Säuren und gleichzeitige Regenerieren des Austauschers erfolgt mit einer n-Ammoniumkarbonatlösung. Dann engt man das Eluat im Vakuum auf ein Fünftel seines ursprünglichen Volumens ein, wobei das überschüssige Ammoniumkarbonat entweicht. Dieses Konzentrat wird erneut mit dem Kationenaustauscher Amberlite IR 120 behandelt, wodurch die Ammoniumsalze der organischen wie auch der anorganischen Säuren gespalten werden. Das Säuregemisch wird je nach seinem Säuregehalt weiter eingeengt oder verdünnt, entweder direkt auf das Papier aufgetragen oder vorher im Entsalzungsapparat mit Hilfe eines Cellophandiaphragmas von den anorganischen Säuren getrennt. Dieses Abtrennungsverfahren erwies sich dann als notwendig, wenn der Gehalt der anorganischen Säuren so hoch war (z. B. in synthetischen Nährlösungen), daß sich diese auf dem Chromatogramm störend bemerkbar machten, indem sich ihre Flecken mit denjenigen der Weinsäure verwischten. Es ist noch zu erwähnen, daß allein für die Bestimmung der Weinsäure dieses Verfahren angewendet werden durfte, da bei gleichzeitiger Bestimmung anderer Säuren, trotz der geringen Spannung von 10 bis 15 Volt und einer Stromstärke von 0,4 bis 0,5 Ampere, schon nach einer Stunde beträchtliche Mengen z. B. von Äpfelsäure durch das Diaphragma an die Anode wanderten.

Auf das Chromatographierpapier (hartes, Schleicher und Schüll, 2045 b, matt) werden zuerst mit einer Mikrobürette steigende Mengen einer bekannten Säure oder eines Säuregemisches aufgetragen. Im ganzen sind es neun Tropfen, welche als untere Grenze 20 γ und als obere 100 γ von jeder Säure enthalten (Standardreihe). Daneben auf dem gleichen Papier werden vom aufgearbeiteten Säuregemisch so viele Bruchteile von Kubikzentimetern aufgetragen, daß der Gehalt von jeder der darin enthaltenen Säure zwischen 30 und 70 γ liegt. Dieser Bereich ist nicht schwer zu treffen, wenn man auch hier vier bis fünf Tropfen von steigender Größe auf das Papier aufträgt (Testreihe).

Nach einer Entwicklungszeit von 48 bis 60 Stunden in einem Lösungsmittelgemisch von 2,5 molarer Ameisensäure und n-Amylalkohol im Verhältnis 1 : 1 trocknet man die Papiere über Nacht bei Zimmertemperatur, worauf die Flecken mit einer alkoholischen Lösung von Bromphenolblau (+ zwei Tropfen 3 n-NaOH) sichtbar gemacht werden.

Das Arbeiten mit harten Papieren hat den Vorteil, daß sehr scharf begrenzte Flecken erzielt werden können, was für die quantitative Bestimmung sehr wichtig ist.

Diese Flecken werden nun ausgeschnitten, bei etwa 100° C getrocknet und einzeln gewogen. Das Fleckengewicht ist eine logarithmische Funktion des Säuregehaltes. Die Werte der Standardreihe liegen somit, wenn sie auf semilogarithmisches Papier übertragen werden, alle auf einer Geraden. An dieser Geraden kann der Säuregehalt der Testflecken nach deren Wägung direkt abgelesen und unter Berücksichtigung der aufgetragenen Flüssigkeitsmenge auf Anzahl Gramm je Liter umgerechnet werden.

b) Die analytische Bestimmung der Weinsäure nach den Vorschriften des Schweizerischen Lebensmittelbuches

Diese Methode, bei welcher die Weinsäure mit Kaliumchlorid ausgefällt, der Niederschlag gelöst und durch Titration mit n/10-Natronlauge der Weinsäuregehalt bestimmt wird, findet bei Traubensäften und Weinen häufig Verwendung. Es ist aber nicht gesagt, daß sie auch in synthetischer Nährlösung oder in Kulturfiltrat von *Botrytis cinerea* genaue Werte liefert. Aus diesem Grunde wurde zuerst die Eichkurve in synthetischer Nährlösung ermittelt (Abb. 1).

Wie aus der erhaltenen Kurve ersichtlich ist, kann die Methode auch für die Weinsäurebestimmung in künstlicher Nährlösung verwendet werden. Die gleichen Werte erhielt man auch in stark schleimigem Kulturfiltrat von *Botrytis cinerea*. Der ermittelte Fehler von 0,3 g Weinsäure entspricht ziemlich genau den 1,5 ccm n/10-Natronlauge, welche nach Vorschrift am Ende der Analyse zur verbrauchten Menge Natronlauge hinzuzuzählen sind.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde mit dieser Methode die Zuverlässigkeit der Papierchromatographie geprüft.

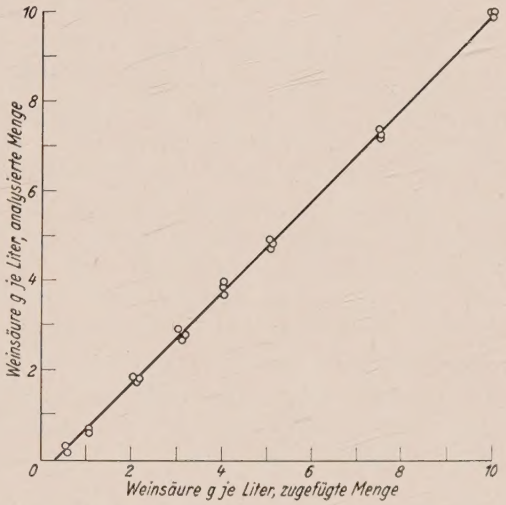


Abb. 1. Die Weinsäurebestimmung in synthetischer Nährlösung nach dem Schweizerischen Lebensmittelbuch (Eichkurve)

c) Die Titration der Gesamtsäure

Mit der Titration der Gesamtsäure sollte einerseits der Zweck verfolgt werden, eine Vergleichsbasis mit den Versuchen von MÜLLER-THURGAU herzustellen, und anderseits hat man die Möglichkeit, durch den Vergleich dieser Ergebnisse mit denjenigen der weiter vorn beschriebenen Bestimmungsmethoden auf allfällige, durch den Pilz gebildete Säuren oder Basen schließen zu können. Die Titration der Gesamtsäure wurde am pH-Meßgerät mit einer kombinierten Glas-Kalomel-Elektrode durchgeführt. Titriert wurde auf pH 8.

2. Die Bestimmung des Zuckers

Die Zuckerbestimmung erfolgte nach der bekannten Methode von FEHLING und BERTRAND, wobei das Kulturfiltrat vor dem Reduktionsvorgang mit basischer Bleiacetat- und gesättigter Natriumsulfatlösung behandelt wurde, um dieses von Eiweiß und Schleimstoffen zu befreien. Da in der synthetischen Nährlösung nur Glucose vorhanden war und auch der Trauben-

saft nur Spuren von Disacchariden enthielt, mußte der Zucker vorher nicht invertiert werden.

3. Die Bestimmung des Pilzwachstums

Die Kulturflüssigkeit wurde mit Hilfe einer Filtriernutsche unter Vakuum vom Pilzmyzel getrennt, letzteres mit heißem destilliertem Wasser ausgewaschen, bei etwa 100 ° C getrocknet und gewogen.

II. Vorversuche

Bevor zu den eigentlichen Versuchen über den Zucker- und Säureabbau durch *Botrytis cinerea* geschritten werden konnte, war es notwendig, einige grundlegende Vorversuche über das Nährstoffbedürfnis des Pilzes im allgemeinen durchzuführen. Zwar ist in dieser Hinsicht in der einschlägigen Literatur vieles bekannt, doch können aus den Ergebnissen der verschiedenen Autoren keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden, da die Ergebnisse oft nicht miteinander übereinstimmen oder sogar Widersprüche enthalten. Der Grund dafür ist vermutlich der, daß die unzähligen *Botrytis*stämme in bezug auf ihr ernährungsphysiologisches Verhalten stark voneinander abweichen können. Deshalb wurde es als notwendig erachtet, die Ansprüche des für die vorliegenden Untersuchungen verwendeten *Botrytis*stammes (STALDER, 1953) auf die wichtigsten Nährstoffe, wie Zucker, Säuren und Stickstoffverbindungen, näher abzuklären. Daneben wurde in kurzen Versuchen sein Wachstum auf einigen Glucosiden und auf Zellulose untersucht.

1. Der Einfluß verschiedener Kohlenhydratquellen auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*

a) Zucker, Alkohole, Polysaccharide und Pektin

Dieser Versuch wurde mit folgenden Kohlenhydraten durchgeführt:
Pentosen: Arabinose, l-Rhamnose, d-Xylose.
Monosaccharide: Glucose, Fructose, Galactose.
Disaccharide: Lactose, Maltose, Saccharose.
Trisaccharide: Raffinose.
Alkohole: Glycerin, Mannit, Sorbit.
Polysaccharide: Dextrin, Inulin, Pektin (Grünband, Ciba), Stärke.

Je ein Prozent dieser Kohlenhydrate wurde folgender Grundlösung zugefügt:

$(NH_4)_2SO_4$	3,30 g je Liter	Diese Grundlösung wurde mit dem Phosphatpuffergemisch nach SÖRENSEN auf ein pH von etwa 5,6—5,7 eingestellt.
$MgSO_4$	1,25 g je Liter	
$FeCl_3$	0,02 g je Liter	

Für diesen und alle weiteren Versuche beschickte man, wenn nichts anderes vermerkt ist, Erlenmeyerkolben von 200 ccm Inhalt mit 30 ccm Nährlösung und beimpfte sie mit einer dichten Sporensuspension. Die Sporen

streifte man mit einer Impfnadel sorgfältig von Schrägagarkulturen ab und suspendierte sie in sterilem Wasser. Die Kolben wurden bei etwa 20° C gehalten. Jede Kohlenhydratreihe umfaßte 20 Kolben, von welchen man ein erstes Mal nach acht Tagen und ein zweites Mal nach 15 Tagen je zehn Kolben aberntete und durch Trocknen und Wägen des Myzels das Wachstum des Pilzes feststellte. Der pH-Wert der Nährlösung wurde mit einem pH-Meßgerät bestimmt. Die Ergebnisse dieses Versuches sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1

Der Einfluß verschiedener Kohlenhydrate auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*

Kohlenhydrate	Myzelgewicht nach 8 Tagen mg je Kolben	Myzelgewicht nach 15 Tagen mg je Kolben	Wasserstoffionenkonzentration der Nährlösung		
			pH bei Versuchsbeginn	pH nach 8 Tagen	pH nach 15 Tagen
Pentosen:					
Arabinose	53,2	92,0	5,60	5,40	5,15
l-Rhamnose	Spur	16,1	5,65	5,65	5,55
d-Xylose	70,5	194,3	5,55	5,35	3,65
Monosaccharide:					
Glucose	88,3	209,0	5,65	5 15	3,60
Fructose	85,3	147,8	5,60	5,15	3,75
Galactose	61,8	166,5	5,70	5,45	3,65
Disaccharide:					
Lactose	43,1	130,6	5,70	5,50	5,15
Maltose	200,4	193,1	5,65	4,05	3,60
Saccharose	134,4	195,8	5,65	4,40	3,80
Trisaccharide:					
Raffinose	45,9	93,5	5,65	5,30	5,05
Alkohole:					
Glycerin	18,5	77,2	5,65	5,65	5,50
Mannit	29,1	58,9	5,70	5,65	5,60
Sorbit	46,4	82,7	5,70	5,60	5,45
Polysaccharide und Pektin:					
Stärke	144,0	217,3	5,70	5,05	3,55
Dextrin	132,8	154,6	5,60	4,05	3,80
Inulin	14,8	13,7	5,70	5,65	5,65
Pektin	74,0	81,5	5,05	4,90	5,60

Es ist auffallend, daß sich der Pilz nach acht Tagen auf den Polysacchariden, ausgenommen auf Inulin, und auf den Disacchariden, abgesehen von der Lactose, rascher und besser entwickelt als auf den Monosacchariden.

Anschließend an die Monosaccharide folgen die Pentosen und die Alkohole. Nach zehn Tagen hingegen ist die Glucose an die zweite, die Galactose an die sechste und die Fructose an die achte Stelle gerückt. Am schlechtesten ist das Wachstum wiederum auf den Alkoholen und auf der l-Rhamnose. Die Tatsache, daß der Pilz die Glucose besser verwerten kann als die Fructose, stimmt mit den Versuchen von MÜLLER-THURGAU überein. Die Pufferwirkung des Phosphatgemisches ist bei gutem Pilzwachstum nach 15 Tagen zusammengebrochen. Der Pilz hat überall die Nährlösung (ausgenommen die Pektinreihe) mehr oder weniger stark angesäuert. Daß dafür das Ammonsulfat verantwortlich ist, kann bei späteren Versuchen nachgewiesen werden.

b) Glucoside

Es wurden folgende Glucoside untersucht: Saponin, Arbutin, Salicin, Aesculin, Amygdalin, Digitalin. Als Vergleich diente die Glucose. Alle diese Kohlenhydrate wurden in 0,5prozentiger Konzentration der Grundlösung zugefügt. Ihre Zusammensetzung war die folgende:

KNO_3 5,05 g je Liter. Auf eine Pufferung der Nährlösung wurde verzichtet.
KH_2PO_4 2,5 g je Liter. Das pH betrug bei allen Versuchsreihen etwa 4,5.
$MgSO_4$ 0,5 g je Liter.
$FeCl_3$ 0,02 g je Liter.

Tabelle 2

Glucoside	Nach 8 Tagen		Nach 18 Tagen	
	Myzelgewicht mg je Kolben	pH-Wert	Myzelgewicht mg je Kolben	pH-Wert
Saponin	17,6	4,7	10,3	4,8
Arbutin	58,3	4,5	64,2	4,2
Salicin	38,6	5,6	59,1	5,5
Aesculin	87,7	4,8	155,4	4,8
Amygdalin	95,2	3,4	77,1	3,9
Digitalin	19,2	4,4	47,3	4,8
Glucose	103,9	5,5	103,1	5,7

Es ist zu bemerken, daß ausgenommen vom Saponin, sich alle untersuchten Glucoside als Kohlenhydratquelle für *Botrytis cinerea* mehr oder weniger eignen. Besonders das Aesculin scheint vom Pilz recht gut verarbeitet zu werden. Daß nach 18 Tagen das Myzelgewicht auf Aesculin höher ist als auf Glucose, will aber nicht bedeuten, daß dieses Glucosid durch den Pilz besser verwertet wird. Da die geringe Glucosemenge (0,5 %) in der Zwischenzeit aufgebracht wurde, hat sich das Myzelgewicht bis zum 18. Tage als Folge von autolytischen Vorgängen schon wieder vermindert, eine Tatsache, welche in späteren Versuchen noch oft beobachtet werden kann.

c) Zellulose

Nach BROWN (1916) soll *Botrytis cinerea* die Wirtspflanze, ohne auf Wundstellen angewiesen zu sein, dadurch befallen können, daß die Sporenkeimschläuche die Kutikula mit mechanischem Druck durchbrechen und die

darunterliegenden Zellwände der Epidermis mit Hilfe von Enzymen abbauen. Smith 1902, Behrens 1898, Büsgen 1918, Ammann 1952 und andere konnten nachweisen, daß *Botrytis cinerea* reine Zellulose verarbeiten kann. Schellenberg 1908 ist hingegen der Ansicht, daß reine Zellulose als Kohlenhydratquelle für den Pilz ungeeignet sei.

Ein kurzer Versuch zeigt aber, daß *Botrytis cinerea* die für den Zelluloseabbau notwendigen Enzyme zu produzieren vermag.

Die Grundlösung war die gleiche wie bei den früheren Versuchen. Lösliche Kohlenhydrate wurden aber nicht zugefügt. In jeden Kolben legte man einen gerollten Streifen Filtrierpapier (Whatman 1). Man achtete darauf, daß die Kulturflüssigkeit ihn nicht überdeckte. Dann sterilisierte man die Kolben im Autoklaven und beimpfte sie.

Das Wachstum des Pilzes war ganz auf das Filtrierpapier beschränkt, doch war die Sporenbildung sehr intensiv (vgl. Abb. 2).

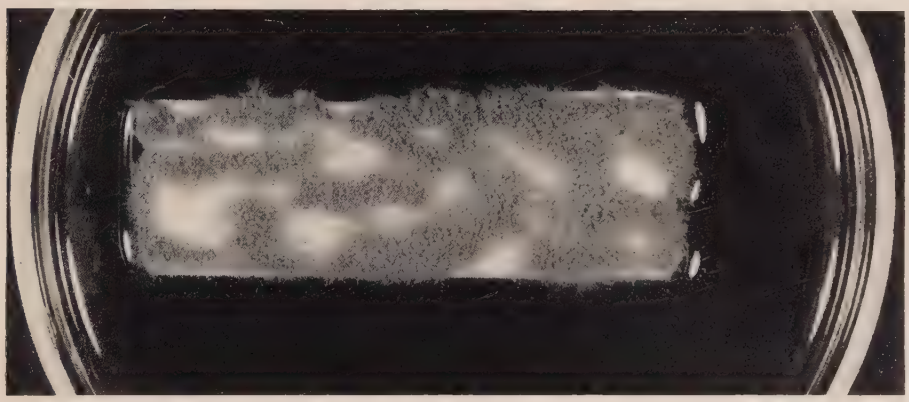


Abb. 2. Das Wachstum von *Botrytis cinerea* auf Filtrierpapier

Nach 14 Tagen stellt man einen Teil der Kolben während acht Tagen in einen Thermostaten von 34 ° C. Nach dieser Zeit wurden sie wieder bei der früheren Temperatur von 20 ° C gehalten. Einige Tage später konnte man beobachten, daß der Pilz sein Wachstum auch auf die ihn umgebende Nährflüssigkeit ausbreitete. Die zellulosespaltenden Enzyme haben also bei 34 ° C weiter Zellulose abgebaut, wobei sich aber die Spaltprodukte wegen des gehemmten Pilzwachstums in der Nährlösung anreichern konnten. Auf diese Weise läßt sich das spätere Wachstum des Pilzes auch auf der Nährflüssigkeit erklären.

2. Der Einfluß von organischen Säuren (Karbonsäuren) bzw. deren Natriumsalze auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*

Für jede der geprüften Säuren wurden 28 Kolben angesetzt. Bei 14 Kolben erhielt die Grundlösung die entsprechende Säure in der Konzentration von 1 %, bei den übrigen 14 Kolben wurden 0,5 % dieser Säure plus 0,5 %

Glucose zugegeben. Mit 3 n-Natronlauge stellte man das pH auf einen Wert von etwa 5,7 bis 5,9 ein. Wenn in diesem Versuch also von Säuren die Rede ist, so sind damit die entsprechenden Natriumsalze gemeint.

Als Kontrolle diente eine Reihe mit 1 % Glucose. Nach neun Tagen wurden die ersten sieben und nach 17 Tagen die zweiten sieben Kolben je Versuchsreihe abgeerntet und nach der üblichen Methode das Myzelgewicht bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3

Das Wachstum von *Botrytis cinerea* auf Karbonsäuren, bzw. auf deren Natriumsalzen

Kohlenhydratquelle	Myzelgewicht mg je Kolben		pH-Wert		
	nach 9 Tagen	nach 17 Tagen	bei Versuchs-beginn	nach 9 Tagen	nach 17 Tagen
Zitronensäure 1 %	Spur	Spur	5,85	—	—
Zitronensäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	75,3	98,2	5,80	6,00	6,05
Weinsäure 1 %	10,9	17,4	5,70	6,30	6,55
Weinsäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	99,3	65,5	5,70	5,80	6,90
Milchsäure 1 %	11,5	12,5	5,90	5,40	5,35
Milchsäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	74,6	102,0	5,90	6,25	6,15
Brenztraubensäure 1 %	10,5	19,1	5,70	5,95	6,30
Brenztraubensäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	46,5	71,7	5,70	6,40	6,30
Oxalsäure 1 %	Spur	Spur	5,95	—	—
Oxalsäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	72,5	53,6	5,85	6,25	6,40
Bernsteinsäure 1 %	5,1	11,5	5,65	5,70	5,75
Bernsteinsäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	85,3	109,6	5,75	5,80	6,00
Äpfelsäure 1 %	6,3	15,8	5,80	6,00	6,30
Äpfelsäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	99,8	81,6	5,70	5,95	6,85
Essigsäure 1 %	5,5	9,9	5,65	5,60	5,60
Essigsäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	42,9	75,2	5,75	6,30	7,20
Propionsäure 1 %	0	0	5,60	—	—
Propionsäure 0,5 % + Glucose 0,5 %	Spur	19,0	5,80	—	5,95
Glucose 1 %	63,4	133,9	5,75	6,00	5,60

Nach neun Tagen konnte festgestellt werden, daß in den Kolben, welche zur Grundlösung nur Säure erhielten, das Wachstum des Pilzes sehr gering ist. Am schlechtesten ist es auf Propionsäure, Oxal- und Zitronensäure. In einem späteren Versuch (1) kann gezeigt werden, daß der Pilz auf Weinsäure allein, auch wenn sie als freie Säure vorliegt, nur spärliches Wachstum zeigt. Sobald den Säuren 0,5 % Glucose zugefügt wird, steigt das Myzelgewicht stark an. Verglichen mit der Glucosereihe ist zwar das Pilzwachstum durch die Brenztrauben-, Essig- und Propionsäure gehemmt worden. Eine Stimulation fand dagegen durch die meisten der anderen Säuren statt. Vor allem wirken sich die drei Fruchtsäuren Wein-, Äpfel- und Zitronensäure sehr günstig auf das Pilzwachstum aus. Das gebildete Myzelgewicht ist dort, verglichen mit demjenigen auf der Glucosereihe, so hoch, daß eine einfache Summationswirkung (Glucose + Säure) nicht in Frage kommt. Diese Tat-

sache kann in späteren Versuchen immer wieder festgestellt werden. Dasselbe gilt auch für die Milch- und Bernsteinsäure; auch hier hat eine Stimulation des Pilzwachstums stattgefunden.

Nach 17 Tagen hingegen ist das höchste Myzelgewicht bei der Glucose festzustellen. Das will aber nicht heißen, daß das Myzelwachstum auf Glucose allein plötzlich besser ist als auf dem Gemisch Säure + Glucose. In Versuch 1 kann nämlich gezeigt werden, daß z. B. die Weinsäure auch in freier Form, verglichen mit der Glucose, für den Pilz nur eine geringe Energiequelle darstellt. Die totale, dem Pilz zur Verfügung stehende Energiemenge je Kolben, ist also beim Zucker-Säure-Gemisch kleiner als bei Glucose allein. So kommt es, daß am neunten Tage bei der Versuchsreihe Glucose-Weinsäure der Zucker schon vollständig aufgebraucht war, während bei der Glucosereihe noch ungefähr die Hälfte, also annähernd 5 g Glucose im Liter, festgestellt werden konnte. Hingegen war beim Weinsäure-Glucose-Gemisch noch mehr als die Hälfte der Weinsäure vorhanden. In dieser Nährlösung hat der Pilz, nachdem ihm für die Deckung seines Energiebedarfes sozusagen keine Kohlenhydrate mehr zur Verfügung standen, durch Autolysevorgänge das Myzelgewicht reduziert. Das gleiche war der Fall bei den übrigen Säuren, ausgenommen bei der Essigsäure und der Propionsäure, in welchen wegen des gehemmten Pilzwachstums ein Mangel an Kohlenhydraten überhaupt nicht auftrat.

3. Der Einfluß einiger Stickstoffverbindungen auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*

Über den Einfluß verschiedener Stickstoffverbindungen auf das Wachstum von *Botrytis cinerea* herrschen in der Literatur keine klaren Angaben. Nach Laurent 1889 und Ritter 1909 soll der Pilz die Ammoniumsalze besser verarbeiten können als die Nitrate. Nach Angaben von Falck 1919 und Reidemeister 1909 soll aber gerade das Gegenteil der Fall sein. Aus diesem Grund wurde die Durchführung eines kurzen Versuches als notwendig erachtet.

Zur Prüfung gelangten folgende Stickstoffverbindungen, welche in äquivalenten Mengen der Grundlösung zugefügt wurden: Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat, Kaliumnitrat und Asparagin. Für jede Stickstoffverbindung wurden 60 Kolben angesetzt, von denen 30 Glucose und 30 Saccharose (20 g/Liter) als Kohlenhydratquelle erhielten. In verschiedenen Zeitabständen erntete man das Pilzmyzel ab und bestimmte das Trockengewicht. Die Ergebnisse sind in der nächsten Tabelle zusammengefaßt.

Von den vier untersuchten Stickstoffverbindungen ergab Asparagin das beste Wachstum. Sowohl bei der Glucose- als auch bei der Saccharosereihe konnte bei dieser organischen Verbindung die beste Entwicklung des Pilzes festgestellt werden. Annähernd gleich verhalten sich die beiden Ammoniumsalze, Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat. Die geringste Wirkung zeigt

Kaliumnitrat, eine Feststellung, welche mit den Versuchen von LAURENT und RITTER übereinstimmt.

Tabelle 4

Der Einfluß verschiedener Stickstoffquellen auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*

Stickstoffquelle	Myzelgewicht mg je Kolben			pH-Wert			
	nach 7 Tagen	nach 10 Tagen	nach 14 Tagen	bei Versuchsbeginn	nach 7 Tagen	nach 10 Tagen	nach 14 Tagen
1. Nährlösung mit Saccharose							
Ammoniumsulfat	12,7	120,2	267,8	5,55	5,20	2,55	2,15
Ammoniumnitrat	16,3	145,2	254,4	5,55	4,60	2,80	2,40
Asparagin	19,4	204,5	319,6	5,50	5,40	3,85	6,30
Kaliumnitrat	15,3	85,8	156,9	5,65	5,60	5,80	5,85
2. Nährlösung mit Glucose							
Ammoniumsulfat	21,8	105,6	211,4	5,50	4,75	2,65	2,55
Ammoniumnitrat	23,6	171,0	226,6	5,45	5,05	3,00	2,45
Asparagin	28,5	221,8	296,5	5,50	5,30	4,00	6,20
Kaliumnitrat	15,6	73,6	145,2	5,45	5,65	5,80	5,75

Ammoniumsulfat säuert die Nährlösung an, das pH sinkt von 5,55 auf einen Wert von 2,15. Diese Tatsache trat schon beim ersten Vorversuch in Erscheinung und kann später noch mehrmals beobachtet werden. Dasselbe, nur etwas weniger ausgeprägt, ist beim Ammoniumnitrat der Fall. Beim Asparagin sinkt das pH während der ersten zehn Versuchstage ebenfalls ab, steigt dann aber später infolge von Ammoniakbildung (vgl. Versuch 6) stark an, bis über den Anfangswert hinaus. Die geringsten pH-Veränderungen sind beim Kaliumnitrat zu verzeichnen.

III. Der Zucker- und Säureabbau durch *Botrytis cinerea* in synthetischen Nährlösungen

1. Der Abbau von Glucose, Weinsäure und Natriumtartrat und die Wirkung dieser Nährstoffe auf das Pilzwachstum

Bei den früheren Versuchen (vgl. S. 354) konnte gezeigt werden, daß in einem einprozentigen Gemisch von Glucose und Weinsäure (letztere als Natriumtartrat) das Wachstum viel rascher vor sich geht als auf einer einprozentigen Glucoselösung. Das Wachstum war so gut, daß eine einfache Summationswirkung dieser beiden Kohlenhydratquellen außer Betracht fällt und deshalb eine wachstumsfördernde Wirkung des Tartrates angenommen wurde. Dieser Effekt schien um so mehr der Tatsache zu entsprechen, als das Pilzwachstum mit Natriumtartrat allein sehr schlecht ist und dieses durch den Pilz nur langsam abgebaut wird. Am Ende des Versuches war noch gut die Hälfte der zugefügten Natriumtartratmenge in der Nährlösung vorhanden, während der Zucker restlos verschwunden war. Wie verhält sich nun diesbezüglich die freie Weinsäure?

Versuch 1

Der Versuch, welcher auf diese Frage Antwort gibt, wurde folgendermaßen disponiert. Die Zusammensetzung der Grundlösung war für diesen und alle weiteren Versuche dieselbe:

KH_2PO_4 0,5 g im Liter
$MgSO_4$ 0,5 g im Liter
$FeCl_3$ 0,02 g im Liter

Als Stickstoffquelle wurde Kaliumnitrat in der Menge von 5,05 g je Liter Nährlösung verwendet. Die insgesamt 360 Erlenmeyerkolben teilte man in drei Hauptgruppen von je 120 Kolben ein. Die erste Gruppe erhielt als Kohlenhydratzusatz 0,5 % Weinsäure, die zweite Gruppe ein Gemisch von 0,5 % Weinsäure und 2 % Glucose und die dritte Gruppe nur 2 % Glucose. Von jeder dieser Hauptgruppe erhöhte man bei der Hälfte, also bei 60 Kolben mit 3 n-Natronlauge den pH-Wert von 2,5 auf 6,0. In diesen Kolben war also der größte Teil der Säure als Natriumtartrat gebunden. In regelmäßigen Zeitabständen bestimmte man das Myzelwachstum, die Zucker- und Säureabnahme und den pH-Wert. Die Zuckerbestimmung erfolgte, wie schon erwähnt, nach der Methode von FEHLING und BERTRAND und diejenige der Weinsäure resp. des Natriumtartrates nach den Vorschriften des Schweizerischen Lebensmittelbuches.

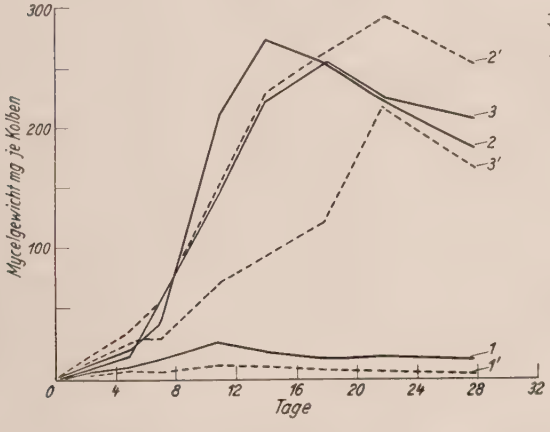


Abb. 3
Versuch 1. Das Myzelwachstum
1. Freie Weinsäure
pH- (Anfangs-) Wert 2,5
Kurve 1:
0,5 % Weinsäure
Kurve 2:
0,5 % Weinsäure + 2 % Glucose
Kurve 3:
2 % Glucose
2. Weinsäure als Natriumtartrat gebunden. pH- (Anfangs-) Wert 6,0
Kurve 1′:
0,5 % Weinsäure
Kurve 2′:
0,5 % Weinsäure + 2 % Glucose
Kurve 3′:
2 % Glucose

An Hand dieser Kurven kann über das Myzelwachstum folgendes ausgesagt werden:

Das beste Wachstum erfolgt auf dem Gemisch Weinsäure-Glucose (Kurven 2 und 2′), sei es nun, daß die Weinsäure als freie Säure, oder gebunden als Natriumtartrat vorliegt.

Eine wachstumsfördernde Wirkung kann hingegen nur vom Tartrat, nicht aber von der freien Weinsäure mit Sicherheit angenommen werden. Trotzdem die Kurve 2 etwas rascher ansteigt als die Kurve 3, liegen deren Werte nur während der ersten 14 Tage und nur unwesentlich über der resultierenden Summe der Kurven 3 + 1. Anders liegen die Verhältnisse beim

Natriumtartrat. Das Wachstum des Pilzes auf Natriumtartrat als einziger Kohlenhydratquelle (Kurve 1′) ist wohl schlechter als auf freier Weinsäure (Kurve 1), und dennoch liegen die Werte der Kurve 2′ (Natriumtartrat + Glucose) während der ganzen Versuchsdauer über denjenigen von Kurve 3′, ja sogar noch über denjenigen von Kurve 2.

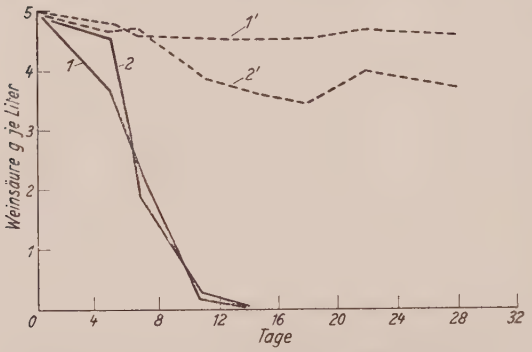


Abb. 4. Versuch 1. Der Abbau der Weinsäure und des Natriumtartrates durch *Botrytis cinerea* (Bezeichnung der Kurven vgl. Abb. 3)

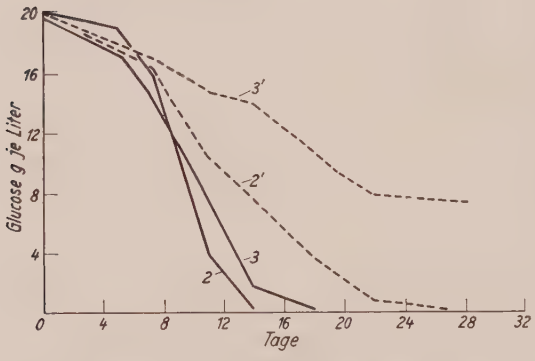


Abb. 5. Versuch 1. Der Glucoseverbrauch durch *Botrytis cinerea* (Bezeichnung der Kurven vgl. Abb. 3)

Die Kurven in Abb. 4 zeigen folgendes:

Botrytis cinerea vermag die reine Weinsäure gut abzubauen, das Natriumtartrat hingegen nur langsam und unvollständig.

Der Verbrauch der Weinsäure und des Natriumtartrates geht in Gegenwart von Glucose rascher vor sich, als wenn sich diese Substanzen als einzige Kohlenhydratquellen in der Nährlösung befinden.

Die stimulierende Wirkung des Natriumtartrates, welche vorhin erwähnt wurde, kommt eindeutig zum Ausdruck. Trotzdem diese Verbindung sowohl allein (Kurve 1′) als auch in Gegenwart von Glucose (Kurve 2′) vom Pilz nur zum kleinen Teil angegriffen wird, ist das Pilzwachstum in der Nährlösung 2′ viel intensiver als in der Nährlösung 3′. Die Nährstoffwirkung des Natriumtartrates ist demnach gering, dagegen wird durch die Substanz, wie aus der nächsten Abbildung ersichtlich ist, der ganze Stoffwechsel und somit das Wachstum des Pilzes beschleunigt.

Aus Abb. 5 geht hervor, daß die Glucose in den Kolben, welche gleichzeitig Weinsäure enthalten, durch den Pilz rascher verbraucht wird, als in den entsprechenden Nährlösungen, in welcher die Glucose als einzige Kohlenhydratquelle vorhanden ist. Pilzwachstum und Glucoseverbrauch gehen somit, wie ja nicht anders zu erwarten war, Hand in Hand.

Bei einem anfänglichen pH-Wert von 2,5 geht der Zuckerabbau rascher vor sich als bei einem solchen von 5,6, doch sind die Unterschiede zwischen den beiden Kurven nicht wesentlich, wie dies ja auch beim Pilzwachstum nicht der Fall ist. Groß sind hingegen die Unterschiede zwischen den Kurven 2′ und 3′, wo der Pilz bei einem Zusatz von Natriumtartrat nach

22 Tagen bis auf einen geringen Rest die Glucose verbraucht hat, während er in der Nährlösung 3′ zu diesem Zeitpunkt sein Wachstum einstellte, trotzdem noch ungefähr 8 g Glucose je Liter Nährlösung festgestellt werden konnten.

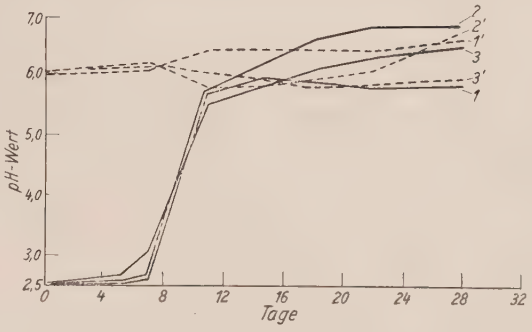


Abb. 6. Versuch 1. Die Veränderungen des pH-Wertes. (Bezeichnung der Kurven vgl. Abb. 3)

In allen Nährlösungen hat eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Erhöhung des pH-Wertes stattgefunden. In den Nährlösungen 1—3 steigen die Kurven während der Hauptwachstumsperiode des Pilzes zwischen dem sechsten und zwölften Tage von ungefähr pH 3 auf ungefähr pH 6 an. Dieser Anstieg wird zum Teil durch den Verbrauch der Weinsäure, zum größten Teil aber durch den Abbau des Kaliumnitrates bedingt, da ja auch die Kurve der Nährlösung 3 (ohne Weinsäure) den Kurven 1 und 2 parallel verläuft.

Mit diesem Versuch konnte gezeigt werden, daß der Pilz erwartungsgemäß der Glucose und nicht der Weinsäure den Vorzug gibt. Weiter geht daraus eindeutig hervor, daß das Natriumsalz der Weinsäure zwar nur beschränkte Nährstoffwirkung besitzt, daß es aber, ohne vom Pilz in größeren Mengen verbraucht zu werden, den Umsatz der übrigen Nährstoffe steigert und somit das Pilzwachstum beschleunigt.

Ein weiterer Versuch (Versuch 2), welcher in dieser Richtung unternommen wurde, bestätigte diese Ergebnisse. Dabei wurde im Prinzip gleich vorgegangen, nur daß die Konzentration der Glucose auf 4 % erhöht wurde. Ein Teil der Kolben erhielt wieder einen Zusatz von 0,5 % Weinsäure, welche als Natriumtartrat gebunden wurde, der andere Teil hingegen nur Glucose. Die Bestimmung des Myzelgewichtes, der Weinsäure und des Zuckers erfolgte nach der gleichen Methode wie im vorhergehenden Versuch. Die Grundlösung und die Stickstoffquelle waren ebenfalls gleich.

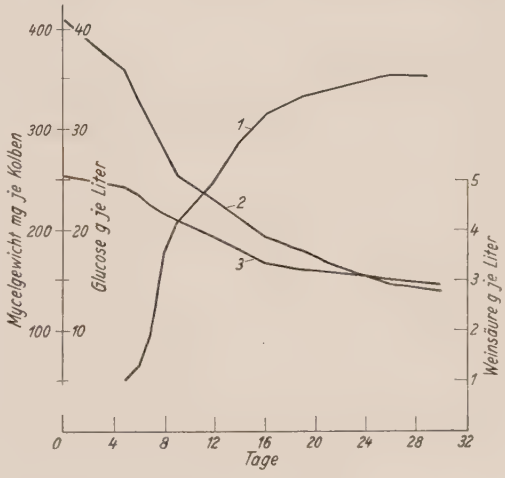


Abb. 7. Versuch 2
4 % Glucose, 0,5 % Weinsäure (Natriumtartrat)

Kurve 1: Myzelwachstum
Kurve 2: Verbrauch der Glucose
Kurve 3: Verbrauch der Weinsäure (Tartrat)

Die Kurven in den Abbildungen 7 und 8 bestätigen die Ergebnisse von Versuch 1. Wiederum wird durch einen Zusatz von 0,5 % Weinsäure (Tartrat) der Glucoseabbau und damit das Pilzwachstum beschleunigt, trotzdem nur relativ unbedeutende Mengen von Natriumtartrat verbraucht werden. Weitere Versuche, welche mit 0,5 % und 1 % Glucose durchgeführt wurden, ergaben übereinstimmende Ergebnisse.

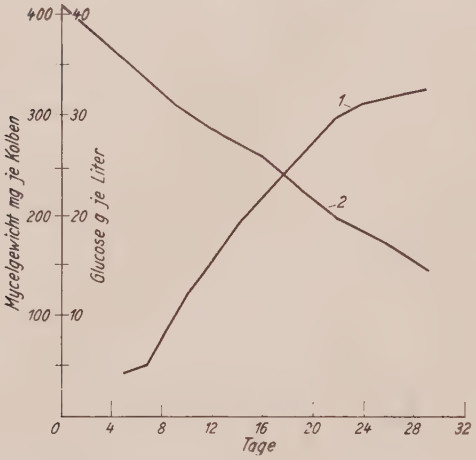


Abb. 8. Versuch 2. 4 % Glucose
Kurve 1: Myzelwachstum
Kurve 2: Verbrauch der Glucose

In den bisherigen Versuchen wurde die Weinsäure bzw. das Natriumtartrat in einer Konzentration von 0,5 % der Nährlösung zugegeben und mit dieser Menge ein deutlicher Stimulationseffekt auf das Pilzwachstum erzielt. Die Fragestellung für den nächsten Versuch lautet: Ist dieser Effekt auch bei kleinsten Konzentrationen (Vitaminkonzentrationen) festzustellen?

Dieser Frage kommt unter Umständen eine gewisse praktische Bedeutung zu. In früheren Versuchen (STALDER, 1953) konnte festgestellt werden, daß trotz gleichem pH-Wert, Zucker- und Säuregehalt des Traubenmostes unreifer Beeren das Wachstum von *Botrytis cinerea* auf Traubenpreßsaft der Sorte Blauburgunder fast fünfmal besser war als auf demjenigen der Sorte Gutedel. Damals wurde die Vermutung ausgesprochen, daß die geringe Fäulnisgefahr bei dieser letzten Sorte nicht nur dadurch bedingt ist, daß wegen der stärkeren Traubenhaut die Infektionshäufigkeit herabgesetzt wird, sondern daß auch der Zellsaft dieser Sorte als Nährsubstrat für den Pilz weniger geeignet ist als derjenige der Sorte Blauburgunder. Ein Zusammenhang zwischen der Fäulnisgeschwindigkeit, dem pH-Wert, dem Zucker- und Säuregehalt des Traubensaftes konnte nicht festgestellt werden. Da nun während der Reife der Beeren ein Teil der Weinsäure, in erster Linie an Kalium (Weinstein), in geringen Mengen aber auch an Kalzium und Magnesium gebunden wird, ist es denkbar, daß die unterschiedliche Fäulnisgeschwindigkeit auf einen verschieden großen Tartratgehalt der untersuchten Traubensäfte zurückzuführen ist. Kann dagegen schon mit geringsten Tartratmengen eine stimulierende Wirkung auf das Pilzwachstum erreicht werden, so ist es kaum wahrscheinlich, daß dieser Hypothese etwelche Bedeutung zukommt, da auf alle Fälle bei beiden Traubensorten eine gewisse Menge Weinsäure mit Kationen abgesättigt ist. Da ebenfalls die Äpfelsäure in den Traubenbeeren bis zu einem gewissen Prozentsatz an Kalium, Kalzium und an Magnesium gebunden wird, war es notwendig, auch diese Säure in den Versuch miteinzubeziehen.

2. Der Einfluß steigender Mengen Natriumtartrat und Natriummalat auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*

Versuch 3

Die Grundlösung, welche für diesen Versuch verwendet wurde, war die gleiche wie in den Versuchen 1 und 2. Den Stickstoff fügte man als KNO_3 (5,05 g/l) dieser Grundlösung bei. Der Glucosegehalt betrug 20 g/l. Mit den zu untersuchenden Säuren wurden je 40 Kolben mit folgenden Mengen beschickt: 500 γ, 5 mg, 50 mg, 0,5 g und 5 g je Liter Nährlösung. Als Kontrollreihen dienten je 40 Kolben mit 5 g Weinsäure und 5 g Äpfelsäure, aber ohne Glucose, sowie 40 Kolben, welche als Kohlenhydratquelle nur Glucose erhielten. Bei allen Versuchsreihen sowie bei den Kontrollreihen stellte man mit 3 n-Natronlauge die Nährlösung auf einen pH-Wert von 5,6 bis 5,8 ein. Der größte Teil der Säuren wurde somit an das Natrium gebunden. Die Ergebnisse sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 5

Versuch 3: Der Einfluß steigender Mengen Natriumtartrat und Natriummalat auf das Wachstum von *Botrytis cinerea*

Säuremenge je Liter Nährlösung	Myzelgewicht mg je Kolben		pH-Wert		
	nach 7 Tagen	nach 12 Tagen	bei Versuchsbeginn	nach 7 Tagen	nach 12 Tagen
1. Weinsäure					
500 γ	29,1	37,2	6,10	6,15	6,10
5 mg	28,3	37,4	5,76	5,55	5,86
50 mg	30,9	45,1	5,60	5,53	5,60
0,5 g	34,5	55,6	5,70	5,87	5,84
5 g	67,1	94,4	5,81	5,83	5,81
5 g ohne Glucose	1,2	2,7	6,15	6,61	6,58
2. Äpfelsäure					
500 γ	23,6	37,3	5,70	5,48	5,51
5 mg	22,2	38,9	5,64	5,55	5,71
50 mg	24,9	41,2	5,68	5,45	5,65
0,5 g	44,9	53,5	5,87	5,44	5,54
5 g	84,2	103,9	5,74	5,60	5,45
5 g ohne Glucose	2,8	3,6	5,65	6,88	6,90
20 g Glucose ohne Säuren	24,2	39,3	5,76	5,56	5,65

Verglichen mit den Werten der Glucosereihe kann bei den Tartratreihen erst dann ein besseres Pilzwachstum festgestellt werden, wenn der Weinsäuregehalt 0,5 g und mehr je Liter Nährlösung beträgt. Nach zwölf Tagen ist schon bei 50 mg eine schwache Förderung des Pilzwachstums zu bemerken. Interessanterweise hat auch das Natriummalat die gleiche Wirkung wie das Natriumtartrat. Zwar sind die gebildeten Myzelmengen des Pilzes nach sieben Tagen Wachstum schon bei einer Konzentration von 500 γ Äpfelsäure je Liter Nährlösung etwas höher als auf Glucose allein, doch kann hier kaum von einer Wachstumsförderung durch so geringe Mengen Natriummalat ge-

sprochen werden, da nach zwölf Tagen bei dieser Konzentration keine Wirkung mehr bemerkt werden kann. Bei 0,5 g und 5 g Natriummalat je Liter ist jedoch bei beiden Versuchsdaten das gebildete Myzelgewicht wesentlich höher als auf Glucose allein.

3. Der Abbau von Weinsäure, Äpfelsäure und Glucose, unter Berücksichtigung der dem Pilz zur Verfügung stehenden Stickstoffquellen

Im Vorversuch (vgl. S. 356) konnte gezeigt werden, wie stark das Wachstum durch die dem Pilz zur Verfügung stehende Stickstoffquelle beeinflußt wird. Der unterschiedlichen Wirksamkeit der untersuchten Stickstoffverbindungen können zwei Ursachen zugrunde liegen: Erstens vermag der Pilz die eine oder die andere Stickstoffverbindung mehr oder weniger gut zu assimilieren, und zweitens wird bei diesem Vorgang der pH-Wert der Nährlösung unterschiedlich verändert, was sich indirekt wieder auf die Entwicklungsgeschwindigkeit des Pilzes auswirkt. Es konnte z. B. gezeigt werden, daß Ammoniumsulfat, wenn es durch *Botrytis* verarbeitet wird, die Nährlösung ansäuert, während mit Kaliumnitrat der pH-Wert ansteigt. Asparagin nimmt eine Zwischenstellung ein. Da durch die jeweilige Stickstoffquelle das Myzelwachstum so entscheidend beeinflußt wird, wird natürlich auch wiederum die Verarbeitung des Zuckers und der Fruchtsäuren in Mitleidenschaft gezogen.

Um diese Fragen nach Möglichkeit klären zu können, wurden neun Versuche durchgeführt. Zur Untersuchung gelangten die folgenden drei Stickstoffverbindungen, welche in äquivalenten Mengen der Grundlösung zugefügt wurden: Ammoniumsulfat 3,30 g/l, Kaliumnitrat 5,05 g/l und Asparagin 3,30 g/l. Von den Fruchtsäuren wurden diejenigen untersucht, welche im Traubensaft die Hauptrolle spielen, nämlich die Wein- und die Äpfelsäure. Ihr jeweiliger Anteil betrug 0,5 %, wenn jede für sich untersucht wurde, in Mischung hingegen nur je 0,25 %. Sie wurden im Gegensatz zu den vorhergehenden Versuchen nicht mit Natronlauge abgesättigt, sondern als freie Säuren untersucht. Als eigentliche Kohlenhydratquelle verwendet man 1 % Glucose.

Die Bestimmung des Säuregehaltes erfolgte nach der auf Seite 347 beschriebenen papierchromatographischen Methode. Zusätzlich wurde noch die Weinsäure durch Ausfällen mit Kaliumchlorid nach der analytischen Methode ermittelt. Einen gewissen Anhaltspunkt für den Säuregehalt ergab auch die Titration der Gesamtsäure.

Für jede Bestimmung wurden zehn Kolben abgeerntet. Da jeder Kolben ursprünglich genau 30 ccm Nährlösung enthielt, mußte darauf geachtet werden, daß die anfallende Menge Kulturfiltrat plus Waschwasser nicht mehr als 300 ccm betrug. War diese Menge größer als 300 ccm, was vor allem bei den ersten zwei bis drei Bestimmungen wegen der noch zu geringen Wasserverdunstung durch den Pilz nicht vermieden werden konnte, wurde der entsprechende Verdünnungsfaktor ermittelt und bei der Ausrechnung der Ergebnisse berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den nachfolgenden neun Tabellen enthalten und werden anschließend insgesamt diskutiert.

Tabelle 6

Versuch 4: Der Verbrauch von Weinsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Ammoniumsulfat

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Weinsäure g/l Gesamtsäure titriert	Weinsäure g/l analytische Methode	Weinsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,52	5,21	4,60	4,88	9,82
4	11,2	2,55	4,76	4,08	4,20	8,40
7	22,6	2,45	2,90	2,05	2,19	5,50
10	93,7	2,30	1,97	0,35	0,45	2,56
14	79,7	2,25	2,02	0	Spur	1,30
18	78,3	2,28	2,00	0	0	1,30
21	72,6	2,31	1,99	0	0	1,52

Tabelle 7

Versuch 5: Der Verbrauch von Weinsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Kaliumnitrat

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Weinsäure g/l Gesamtsäure titriert	Weinsäure g/l analytische Methode	Weinsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,34	5,25	5,20	4,90	10,06
5	6,9	2,44	4,71	4,57	4,80	8,87
7	66,8	2,89	2,16	2,38	2,40	5,41
9	123,8	6,34	0,14	0,76	0,85	1,63
12	121,6	6,75	0,11	0,76	—	0
14	123,1	7,06	0,06	0,74	0,79	0
18	119,8	7,33	0,05	0,59	—	0

Tabelle 8

Versuch 6: Der Verbrauch von Weinsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Asparagin

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Weinsäure g/l Gesamtsäure titriert	Weinsäure g/l analytische Methode	Weinsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,74	5,42	4,84	4,61	10,12
4	15,0	2,72	4,37	4,15	3,70	8,48
5	55,2	2,92	4,18	3,74	2,50	7,13
7	157,4	3,39	0,97	Spur	0	1,83
9	186,4	7,94	Spur	0	0	0
11	164,3	8,12	0	0	—	0
14	142,9	8,01	—	—	—	—

Tabelle 9

Versuch 7. Der Verbrauch von Äpfelsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Ammoniumsulfat

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Äpfelsäure g/l Gesamtsäure titriert	Äpfelsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,50	5,18	4,92	10,20
5	43,2	2,57	5,21	4,60	7,95
6	50,5	2,66	5,10	3,50	7,02
7	79,7	2,37	4,64	2,92	4,06
9	131,1	2,64	3,80	2,02	1,67
11	122,2	2,57	3,13	1,75	Spur
13	127,2	2,64	2,60	—	0

Tabelle 10

Versuch 8. Der Verbrauch von Äpfelsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Kaliumnitrat

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Äpfelsäure g/l Gesamtsäure titriert	Äpfelsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,56	5,51	5,30	10,80
6	32,3	2,65	4,41	5,40	6,70
7	62,2	2,75	4,15	3,40	5,50
9	131,3	3,60	2,60	2,30	1,30
11	156,6	3,78	1,55	1,80	0
14	165,1	5,28	0,26	1,00	0
17	148,0	—	—	—	—

Tabelle 11

Versuch 9. Der Verbrauch von Äpfelsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Asparagin

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Äpfelsäure g/l Gesamtsäure titriert	Äpfelsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,92	5,62	5,30	10,70
4	27,7	2,85	4,82	4,40	8,42
5	79,4	2,98	4,64	3,70	6,30
6	103,8	3,00	3,43	2,40	4,36
7	163,5	3,28	1,74	1,40	1,68
8	203,0	4,29	0,49	Spur	Spur
10	208,7	7,87	0,10	0	0

Tabelle 12

Versuch 10. Der Verbrauch von Weinsäure, Äpfelsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Ammoniumsulfat

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Weinsäure g/l analytische Methode	Weinsäure g/l Papierchromatographie	Äpfelsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,78	2,60	2,50	2,52	10,30
4	13,6	2,77	2,19	2,30	2,34	8,11
9	61,9	2,75	1,16	1,30	1,96	5,75
8	121,2	2,56	0,40	0,53	1,01	2,65
10	159,1	2,64	—	0,31	0,42	0
13	150,8	2,62	—	—	—	—

Tabelle 13

Versuch 11. Der Verbrauch von Weinsäure, Äpfelsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Kaliumnitrat

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Weinsäure g/l analytische Methode	Weinsäure g/l Papierchromatographie	Äpfelsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,67	2,60	2,50	2,56	10,70
5	5,6	2,67	2,39	2,39	2,20	9,60
7	33,7	2,84	1,72	—	1,75	6,72
8	76,0	3,06	1,26	—	1,29	5,10
9	116,1	3,52	0,66	—	1,04	1,90
10	154,8	4,73	0,42	—	0,50	Spur
11	180,8	5,70	Spur	—	0,35	0

Tabelle 14

Versuch 12. Der Verbrauch von Weinsäure, Äpfelsäure und Glucose durch *Botrytis cinerea*. Stickstoffquelle: Asparagin

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Weinsäure g/l analytische Methode	Weinsäure g/l Papierchromatographie	Äpfelsäure g/l Papierchromatographie	Glucose g/l
Versuchsbeginn	—	2,83	2,65	2,50	2,34	10,30
4	34,4	3,04	2,28	2,14	1,90	8,37
5	96,8	3,14	0,98	0,88	1,20	4,80
6	183,9	4,85	Spur	Spur	Spur	0,32
7	192,8	7,62	0	0	0	0

4. Diskussion einiger Ergebnisse (Versuche 4 bis 12)

a) Das Pilzwachstum

Wie aus den vorhergehenden Tabellen ersichtlich ist, wird das Wachstum von *Botrytis cinerea* stark durch die ihr zur Verfügung stehende Stickstoffquelle beeinflußt, was deutlich aus der nächsten Tabelle hervorgeht, in welcher die höchsten Myzelgewichte, wie sie auf den verschiedenen Nährsubstraten ermittelt wurden, zusammengestellt sind.

Tabelle 15

Zusammenstellung der höchsten Myzelgewichte in mg der Versuche 4—12

	Ammoniumsulfat	Kaliumnitrat	Asparagin
Weinsäure	79,7	123,8	186,4
Äpfelsäure	131,1	165,1	208,7
Gemisch Weinsäure/Äpfelsäure	159,1	180,8	192,8

Das beste Pilzwachstum wurde sowohl bei der Weinsäure, der Äpfelsäure als auch beim Gemisch dieser beiden Säuren erreicht, wenn Asparagin als Stickstoffquelle zugefügt wurde. Diese organische Stickstoffverbindung wird durch den Pilz äußerst rasch abgebaut und assimiliert. Weniger gut ist die Entwicklung des Pilzmyzels mit den beiden anorganischen Stickstoffverbindungen. Mit Kaliumnitrat ist sie aber bedeutend besser als mit Ammoniumsulfat. Diese Ergebnisse stimmen aber mit denjenigen des Vorversuches auf Seite 356 nicht überein. Wohl konnte auch dort auf Asparagin das höchste Myzelgewicht festgestellt werden, dagegen wuchs der Pilz auf Ammoniumstickstoff besser als auf Nitratstickstoff. Auf diese Frage wird im Abschnitt über Veränderungen des pH-Wertes und der Gesamtsäure näher eingegangen.

Vergleicht man nun die beiden Fruchtsäuren miteinander, so kann man aus Tabelle 15 ersehen, daß der Pilz die Äpfelsäure besser verwertet als die Weinsäure. Das Myzelgewicht mit dieser Säure ist wesentlich höher als mit Weinsäure, trotzdem beide Säuren ungefähr gleich rasch abgebaut werden. Am größten sind diese Unterschiede bei den beiden anorganischen Stickstoffreihen, weniger groß bei der Asparaginreihe. Es ist demnach nicht zu verwundern, daß der Pilz mit dem Gemisch Weinsäure und Äpfelsäure besser gedeiht als mit Weinsäure allein. Weniger verständlich ist hingegen die Tatsache, daß das Säuregemisch (totale Säuremenge 5 g/l), ausgenommen beim Asparagin, auch noch höhere Myzelgewichte aufweist als die Äpfelsäure. Es muß also hier auf eine synergistische Wirkung dieser beiden Säuren geschlossen werden.

Die Unterschiede der in Tabelle 15 angeführten Myzelgewichte sind aber nicht etwa darauf zurückzuführen, daß der Pilz in den einen Nährlösungen mehr Zucker und Säure aufnehmen kann als in den anderen. In den meisten Nährsubstraten waren am Ende des Versuches der Zucker und die Fruchtsäuren entweder vollständig oder bis auf geringe Spuren verschwunden. Mit

den gleichen, ihm zur Verfügung stehenden Kohlenhydratmengen hat also der Pilz in einem Fall viel, im andern Fall nur wenig Myzel zu bilden vermocht. Die Wirkung der Kohlenhydrate auf das Pilzwachstum ist demnach auf den verschiedenen Nährlösungen nicht gleich groß. Dies rührt davon her, daß der Pilz unter ihm zusagenden Lebensverhältnissen je Einheit gebildeten Myzelgewichtes weniger Kohlenhydrate veratmen muß, als er das unter ungünstigen Wirkung der Kohlehydrate auf das Pilzwachstum ist demnach auf den ver- Umweltverhältnissen tut. Dieser Wirkungsgrad der Glucose (derjenige der Säuren wird nicht berücksichtigt, da er sehr klein ist, vgl. Seite 357) kommt durch den ökonomischen Koeffizienten zum Ausdruck. Unter dem ökonomischen Koeffizienten versteht Rytz (1937) das gebildete Myzeltrockengewicht dividiert durch die verbrauchte Glucosemenge. Es ergibt sich somit für jeden Untersuchungstag aus dem bis zu diesem Zeitpunkt gebildeten Trockengewicht und der in der gleichen Zeit verbrauchten Zuckermenge ein gewisser Wert. Da aber bei Versuchsbeginn dieses Verhältnis ein ganz anderes ist als in der Mitte oder am Ende des Versuches, gibt diese Art der Berechnung kein wahrheitsgetreues Bild über die Verwendung des Zuckers, da die Anfangswerte bis zum Versuchsende mitberücksichtigt werden. Man kommt der Wirklichkeit sicher näher, wenn man für jede Untersuchungsperiode den Myzelzuwachs ermittelt und diesen durch die in dieser Zeitspanne verbrauchte Glucosemenge dividiert. Aus all diesen Einzelwerten wurde der durchschnittliche ökonomische Koeffizient für jede Nährlösung berechnet. Diese Werte sind in Tabelle 16 aufgezeichnet.

Tabelle 16

Der ökonomische Koeffizient der Glucose bei Zusatz von Fruchtsäuren (Versuche 4—12)

	Ammoniumsulfat	Kaliumnitrat	Asparagin
Weinsäure	0,39	0,42	0,61
Äpfelsäure	0,53	0,36	0,63
Gemisch Weinsäure/Äpfelsäure	0,49	0,49	0,60

Zu den Zahlen in Tabelle 16 ist nicht mehr viel hinzuzufügen. Sie stimmen mit denjenigen in Tabelle 15 im wesentlichen überein. Die kleinsten Werte sind beim Ammoniumsulfat zu verzeichnen und die größten beim Asparagin. Das Kaliumnitrat nimmt wiederum eine Mittelstellung ein. Etwas anders hingegen liegen die Verhältnisse bei den Fruchtsäuren. Wohl sind die ökonomischen Koeffizienten der Glucose bei Zusatz von Äpfelsäure größer als mit Weinsäure, nehmen aber beim Säuregemisch wiederum ab, trotzdem ja hier die absolut größten Myzelgewichtsmengen erzielt wurden. Die Ursache dafür ist darin zu suchen, daß auf der Äpfelsäure jeweils zu Beginn des Versuches dem Pilz der Start leichter und rascher gelang als auf der Weinsäure und auf dem Säuregemisch. Die weiter vorn beschriebene synergistische Wirkung der beiden Säuren macht sich erst von einem gewissen Entwicklungs-

stadium des Pilzes an bemerkbar, so daß sie im ökonomischen Koeffizienten nicht mehr zum Ausdruck kommt.

b) Der Glucose- und Fruchtsäureverbrauch

Der Verbrauch der Glucose geht, wie nicht anders zu erwarten war, parallel mit der Entwicklung des Pilzes. Je rascher der Pilz wächst, um so rascher wird der Zucker verbraucht. Das gleiche trifft auch für die Fruchtsäuren zu. Beide Säuren werden durch den Pilz ungefähr gleich rasch abgebaut, was besonders beim Säuregemisch recht deutlich zum Ausdruck kommt. Trotzdem der Glucosegehalt der Nährlösungen doppelt so groß war wie derjenige an Fruchtsäuren, war der Zucker bei drei Versuchen noch vor den Säuren aus der Nährlösung verschwunden, bei fünf Versuchen gleichzeitig, und nur bei einem Versuch waren die 0,5 % Säure rascher verbraucht als 1 % Zucker. *Botrytis cinerea* ist demnach, wie das schon früher erwähnt wurde, in erster Linie ein Zuckerverzehrer. Der Säureabbau kommt erst an zweiter Stelle. Es ist noch zu erwähnen, daß sich die papierchromatographische Methode für die quantitative Bestimmung der Fruchtsäuren recht gut eignete. Die Werte der Weinsäure, welche mit der analytischen Methode (Kontrollbestimmung) ermittelt wurden, stimmen mit den Werten der Papierchromatographie sehr gut überein.

c) Die Veränderungen des pH-Wertes und der Gesamtsäure

Die Veränderungen des pH-Wertes werden in erster Linie durch die jeweilige Stickstoffquelle bestimmt. Jede der untersuchten Stickstoffverbindungen bewirkt einen spezifischen Verlauf der pH-Kurve.

Bei einem Zusatz von Ammoniumsulfat bleibt das pH während der ganzen Versuchsperiode annähernd konstant. Trotz Verschwindens der Fruchtsäuren ist sogar ein leichtes Absinken des pH-Wertes zu verzeichnen. Auf Ammoniumsulfat als Stickstoffquelle werden also durch den Pilz zusätzlich Säuren gebildet. Diese Säurebildung läßt sich damit erklären, daß der Pilz beim Abbau dieser Stickstoffverbindung die Ammoniumkomponente assimiliert und dafür H^+-Ionen abtauscht, daß also ein ähnlicher Ionenaustausch vor sich geht, wie das bei der Nährstoffaufnahme durch die Pflanzenwurzeln der Fall ist. Die abgetauschten H^+-Ionen dissoziieren mit den SO_4^{--}-Resten zu Schwefelsäure. Stimmt diese Hypothese, so muß die gebildete Schwefelsäuremenge dem verbrauchten Ammoniumsulfat äquivalent sein.

Bei Versuch 4 konnte nach 18 Tagen Versuchsdauer sowohl mit der analytischen wie auch mit der papierchromatographischen Bestimmungsmethode in der Nährlösung keine Weinsäure mehr bestimmt werden. Bei der Titration der Gesamtsäure hingegen wurde noch soviel Natronlauge verbraucht, welche umgerechnet 2,00 g Weinsäure oder 1,30 g Schwefelsäure je Liter Lösung entsprechen würde. Diese Menge Schwefelsäure ist 1,74 g verbrauchtem Ammoniumsulfat äquivalent. In der Nährlösung müßten demzufolge nach 18 Tagen noch 3,30 g (bei Versuchsbeginn zugefügte Menge) — 1,74 g = 1,56 g

Ammoniumsulfat vorhanden sein. Die Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL ergab tatsächlich eine Menge von 1,62 g Ammoniumsulfat je Liter Lösung, ein Ergebnis also, mit welchem die Säurebildung auf Ammoniumsulfat und damit das Absinken des pH-Wertes erklärt werden kann.

Bei den Versuchen mit Kaliumnitrat ist überall ein pH-Anstieg von ursprünglich 2,8 auf etwa 6 bis 7 zu verzeichnen. Dieser Anstieg wird erstens einmal durch den Verbrauch der Fruchtsäuren bewirkt. Zweitens ist es durchaus denkbar, daß der entgegengesetzte Vorgang wie beim Ammoniumsulfat erfolgt, nämlich in dem Sinne, daß bei der Assimilation der Nitratkomponente der K^+-Rest mit abgetauschten OH^--Ionen zu Kalilauge dissoziiert. Doch konnte der Nachweis für diesen Vorgang nicht erbracht werden.

Beim Asparagin bleibt das pH anfänglich fast unverändert. In dem Moment aber, wo die Glucose und die Säuren verbraucht sind, steigt es plötzlich auf einen Wert von ungefähr 8 an. Ein so plötzlicher Anstieg kann allein mit dem Säureverbrauch nicht erklärt werden. Es ist denkbar, daß der enzymatische Abbau dieser organischen Stickstoffverbindung bis auf die Ammoniakstufe weitergeht, daß aber wegen des Fehlens assimilierbarer Kohlenhydrate die Spaltprodukte nicht mehr aufgenommen werden können, so daß sich in der Nährlösung Ammoniak anreichert. Beim Versuch 6 konnte tatsächlich am elften Tage 0,49 g NH_4OH je Liter Nährlösung festgestellt werden, eine Menge, welche in sozusagen ungepufferter Nährlösung genügt, um diesen Anstieg des pH-Wertes zu bewirken.

Beim Vorversuch (vgl. S. 356) konnte die Feststellung gemacht werden, daß bei der Gegenwart von Ammoniumsulfat das Pilzwachstum besser war als auf einer Nährlösung mit Kaliumnitrat als Stickstoffquelle. Bei den soeben beschriebenen Versuchen ist aber gerade das Umgekehrte der Fall. Bei beiden untersuchten Fruchtsäuren, wie auch bei ihrem Gemisch, können mit Kaliumnitrat die größeren Myzelgewichte erzielt werden als mit Ammoniumsulfat. Die Ursache für diese Diskrepanz ist die folgende: Nicht nur die Stickstoffquelle als solche ist entscheidend für das Wachstum des Pilzes, ebenso wichtig ist der pH-Wert zu Beginn des Versuches. Es wurden mehrfach Bestrebungen unternommen, das pH-Optimum von *Botrytis cinerea* zu bestimmen, doch konnten von all diesen Versuchen keine eindeutigen Ergebnisse erzielt werden, da trotz stärkster Pufferung mit phthalsaurem Kalium und Natronlauge die pH-Werte bei den verschiedenen pH-Stufen nie konstant gehalten werden konnten. Ein Zusammenbruch der Pufferung mußte je nach der gewählten Stickstoffverbindung schon bald nach Versuchsbeginn oder auch einige Tage später festgestellt werden. Doch scheint es, daß das optimale pH für das Wachstum von *Botrytis* zwischen den Werten 4 und 5, also im sauren Bereich liegt. Wird nun, wie zum Beispiel auf Seite 357, bei einem Zusatz von Kaliumnitrat das pH bei Versuchsbeginn auf einen Wert von 5,8 eingestellt, so erfolgt das Pilzwachstum während der ganzen Versuchsdauer hinsichtlich der Wasserstoffionenkonzentration unter suboptimalen Bedingungen. Das Kaliumnitrat erhöht ja den pH-Wert der Nährlösung, wenn es durch den Pilz angegriffen wird. Anders liegen dagegen die Verhält-

nisse, wenn der Anfangswert etwa pH 2,8 beträgt, wie das bei diesen neun Versuchen überall der Fall war. Da das Kaliumnitrat die pH-Kurve ansteigen läßt, durchläuft der Pilz alle pH-Stufen und kann sich sogar während einer gewissen Zeitspanne unter optimalen pH-Verhältnissen entwickeln. Das gleiche, nur im umgekehrten Sinne, ist für das Ammoniumsulfat der Fall. Bei der soeben beschriebenen Versuchsserie konnte sich der Pilz auf dieser Stickstoffquelle nur ungenügend entwickeln, da er sich während der ganzen Versuchsdauer wegen der hohen Wasserstoffionenkonzentration zu Beginn des Versuches unter suboptimalen pH-Verhältnissen befand. Beim Vorversuch hingegen (Anfangswert pH 5,3) gelangte der Pilz, da er auf dieser Stickstoffquelle die Nährlösung ansäuert, bald einmal in den optimalen pH-Bereich, wo er sich während einiger Zeit rasch entwickeln konnte, bevor er wieder in suboptimale pH-Verhältnisse hineingeriet. Auf diese Art und Weise lassen sich die widersprechenden Ergebnisse bezüglich der Verwertbarkeit von Ammonium- und Nitratstickstoff erklären.

Zu ähnlichen, wenn auch nicht gleichen Ergebnissen gelangte DU PLESSIS (1937). Zwar stellte er fest, daß bei einem Zusatz von Natriumnitrat bei einem anfänglich hohen pH-Wert von 7,4 dieser auf 3,7 absank, was in den vorliegenden Versuchen mit Kaliumnitrat nie der Fall war. Dagegen konnte mit der gleichen Stickstoffverbindung eine Erhöhung des pH-Wertes auf 5,4 erzielt werden, wenn die Wasserstoffionenkonzentration bei Versuchsbeginn groß war. Zugleich stellte er aber auch eine Zunahme der Gesamtsäure fest, was auch in diesen Versuchen mit Kaliumnitrat nie nachgewiesen werden konnte. Mit einem anderen *Botrytis*stamm konnte er unter den gleichen Versuchsverhältnissen eine Abnahme der Gesamtsäure feststellen. Die Verwertbarkeit der einzelnen Stickstoffverbindungen, wie auch eine eventuelle, durch deren Abbau bedingte Säurebildung, inbegriffen die pH-Veränderungen des Nährsubstrates, scheinen also von Stamm zu Stamm verschieden zu sein, so daß die vorliegenden Versuchsergebnisse nur gerade für diesen untersuchten *Botrytis*stamm absolute Gültigkeit besitzen.

IV. Der Zucker- und Säureabbau durch *Botrytis cinerea* in Traubensaft

Die bisherigen Versuche wurden alle mit synthetischer Nährlösung durchgeführt. Es war auf diesem Wege möglich, auf einfachste Art und Weise grundlegende Fragen über das Nährstoffbedürfnis des Pilzes zu klären und je nach Versuchsfrage die Zusammensetzung der Nährlösung zu variieren. Mit diesen Versuchen konnte die allgemein verbreitete Ansicht, es handle sich bei *Botrytis cinerea* in erster Linie um einen Säurespezialisten, nicht bestätigt werden. Zuerst wird der Zucker angegriffen; der Abbau der Säure geht nebenbei. Da es sich aber nur um Modellversuche handeln kann, deren Ergebnisse meistens nicht in allen Punkten der Wirklichkeit entsprechen, wurden in diesem Kapitel weitere Untersuchungen auf Traubensaft durchgeführt.

1. Wachstum von *Botrytis cinerea* auf Traubenpreßsaft der Sorten Blauburgunder und Gutedel im Verlauf der Vegetationsperiode

Folgende Überlegung gab Veranlassung zur Durchführung dieses Versuches. Wenn der Pilz die Säuren dem Zucker tatsächlich vorzieht, so muß sein Wachstum auf Traubensaft im Verlauf der Reifeperiode eher ab- als zunehmen, da ja auch der Säuregehalt in den Beeren zurückgeht. Verbraucht er aber in erster Linie den Zucker, so muß das Gegenteil der Fall sein.

Tabelle 17

Datum	Sorte Blauburgunder				Sorte Gutedel			
	Myzelgewicht je Kolben in % der Standardreihe	Zuckergehalt in % Refraktometerwert	Weinsäuregehalt g/l	Äpfelsäuregehalt g/l	Myzelgewicht je Kolben in % der Standardreihe	Zuckergehalt in % Refraktometerwert	Weinsäuregehalt g/l	Äpfelsäuregehalt g/l
27. 7.	110,5	3,7	10,40	19,38	80,0	3,5	10,17	20,41
3. 8.	119,0	4,0	11,58	20,17	82,4	3,8	10,88	21,50
10. 8.	157,2	5,8	10,87	25,0	102,4	4,8	10,77	22,85
18. 8.	194,2	10,4	8,40	18,65	119,3	6,0	8,40	24,08
25. 8.	210,9	13,0	7,76	15,47	140,0	8,6	8,75	19,19
1. 9.	237,2	14,9	7,58	11,77	155,1	8,8	7,78	17,61
8. 9.	240,3	16,2	7,53	10,96	171,4	12,8	6,94	9,33
16. 9.	243,8	18,2	7,37	8,26	207,1	13,4	6,67	7,31
23. 9.	254,6	18,2	7,16	7,68	226,6	15,8	6,26	5,99
12.10.	250,2	21,2	6,96	6,35	230,0	16,2	5,83	4,61

Zudem konnte bei früheren Versuchen beobachtet werden (STALDER, 1953), daß das Wachstum von *Botrytis cinerea* auf Traubensaft der Sorte Blauburgunder fast fünfmal intensiver war als auf demjenigen der Sorte Gutedel, trotzdem der Zucker- und Säuregehalt, wie auch der pH-Wert der beiden untersuchten Säfte annähernd gleich waren. Es wurde die Vermutung ausgesprochen, daß die verminderte Anfälligkeit der Sorte Gutedel gegenüber der Traubenfäulnis darin begründet sein könnte, daß sie, abgesehen von der stärkeren Hautbeschaffenheit, für den Pilz ein schlechteres Nährsubstrat darstellt, als das beim Zellsaft der Sorte Blauburgunder der Fall ist. Der angesetzte Versuch soll also auch zur weiteren Klärung dieser Frage dienen. Er wurde folgendermaßen durchgeführt:

Von Mitte Juli bis Mitte Oktober wurde jede Woche von den erwähnten Traubensorten Preßsaft gewonnen und zentrifugiert. Für jede Versuchsserie benützte man zehn Erlenmeyerkolben von 50 ccm Inhalt, welche genau 10 ccm Traubensaft enthielten. Die Kolben wurden anschließend mit einem Kubikzentimeter einer dichten Sporensuspension beimpft. Nach genau acht Tagen Bebrütung bei 20° C bestimmte man das gebildete Myzeltrockengewicht. Um möglichst viele Fehlerquellen ausschließen zu können, wurde jedesmal auch eine Standardreihe in den Versuch miteinbezogen, welche zehn Kolben mit je 10 ccm einer synthetischen Nährlösung mit Asparagin als

N-Quelle umfaßte und unter den gleichen Bedingungen gehalten wurde wie die Versuchsreihen. Das Pilzwachstum auf dieser Standardnährlösung wurde als 100 % angenommen und dasjenige der Versuchsreihen danach umgerechnet. Von jeder der allwöchentlich entnommenen Proben bestimmte man den Zuckergehalt (Refraktometerwert) und die Veränderungen der Wein- und Äpfelsäure nach den schon früher erwähnten Bestimmungsmethoden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 17 zusammengefaßt.

Wie zu erwarten war, vermag der Pilz, je reifer die Trauben werden, immer besser zu gedeihen. Auf beiden Traubensäften nimmt das Myzelgewicht im Verlauf der Vegetationsperiode stetig zu. Daß die Säuren als Kohlenhydratquellen den Vorzug genießen, ist kaum wahrscheinlich, da deren Gehalt, je reifer die Trauben werden, immer mehr abnimmt, das Wachstum des Pilzes aber immer rascher vor sich geht.

Bezüglich des Pilzwachstums bestehen zwischen den untersuchten Traubensorten wesentliche Unterschiede. Auf dem Preßsaft der Sorte Gutedel gedeiht der Pilz schlechter als auf demjenigen der Sorte Blauburgunder. Bei einer oberflächlichen Beurteilung der Ergebnisse könnte man tatsächlich den Eindruck erhalten, daß auch hier ein Grund für die verminderte Fäulnisgefahr der Sorte Gutedel liegt, wie das schon früher erwähnt wurde. Zieht man aber den Vergleich zwischen dem Myzelgewicht, welches auf Traubensäften mit gleichem Zuckergehalt ermittelt wurde (Abbildung 9), so ist ein gewisser Gewichtsunterschied zwar noch vorhanden, jedoch ist er bedeutend kleiner geworden. Er ist auf alle Fälle wesentlich geringer als bei den Versuchen, welche im Jahre 1953 durchgeführt wurden. Ob die gänzlich verschiedenen Witterungsverhältnisse dieser beiden Jahre daran schuld sind, ist möglich, doch konnte eine eindeutige Erklärung dafür nicht gefunden werden.

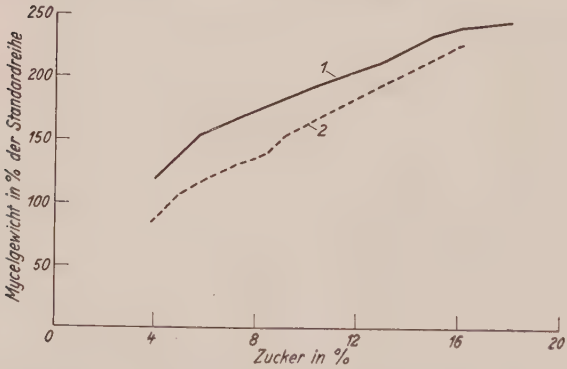


Abb. 9. Das Wachstum von *Botrytis cinerea* auf Blauburgunder- und Gutedelsaft in Abhängigkeit vom Zuckergehalt
Kurve 1: Sorte Blauburgunder
Kurve 2: Sorte Gutedel

2. Die Veränderungen des Zucker- und Säuregehaltes von Traubensaft durch *Botrytis cinerea*

Dieser Versuch wurde mit einem Räuschling-Traubensaft vom Jahr 1951 durchgeführt. In 200 ccm fassende Erlenmeyerkolben füllte man je 30 ccm von diesem Saft ab und pasteurisierte ihn anschließend zweimal während dreißig Minuten bei 75 ° C. Dann wurden die Kolben beimpft. In regelmäßigen Zeitabständen ermittelte man das Myzeltrockengewicht und im

Kulturfiltrat den Zucker-, den Weinsäure-, den Äpfelsäure-, den Zitronensäure- und den Gesamtsäuregehalt sowie den pH-Wert. Wie bei den früheren Versuchen wurde aus der Summe Kulturfiltrat plus Waschwasser der Verdünnungsfaktor ermittelt und bei der Berechnung der Ergebnisse berücksichtigt. Die Zahlen in Tabelle 18 beziehen sich auf den Gehalt je Liter Kulturfiltrat.

Tabelle 18

Die Veränderung des Zucker- und Säuregehaltes von Traubensaft durch *Botrytis cinerea*

Tage	Myzelgewicht je Kolben mg	pH-Wert	Weinsäure g/l analytische Methode	Weinsäure g/l Papierchromatographie	Äpfelsäure g/l Papierchromatographie	Zitronensäure g/l Papierchromatographie	Gesamtsäure g/l verbrauchte cc n/10-NaOH je Liter	Gesamtsäure verbrauchte cc n/10-NaOH je Liter berechnet	Zuckergehalt g/l
Versuchsbeginn	—	3,08	7,26	6,95	8,75	0,22	1865	2318	110,0
6	246,6	3,04	5,78	5,96	5,80	0,21	1595	1690	80,7
7	324,2	3,14	3,84	4,10	4,44	0,25	1270	1204	69,3
8	419,6	3,34	2,80	2,90	3,80	0,26	875	978	60,0
9	472,1	3,52	2,08	2,20	2,80	0,34	700	744	57,0
10	543,2	3,60	1,63	1,72	2,10	0,30	495	573	58,0
11	561,1	3,94	1,03	1,11	2,00	0,30	410	478	56,5
12	601,0	3,89	—	—	—	—	370	—	55,2
14	668,7	4,03	1,00	1,15	1,10	0,30	280	340	54,1
17	770,5	4,27	0,97	1,12	1,06	0,30	160	323	52,3

Die Zahlen in Tabelle 18 stimmen im wesentlichen mit denjenigen der früheren Versuche überein. In absoluten Werten gemessen überwiegt der Zuckerverbrauch denjenigen an Säuren um ungefähr das Vierfache. Nach 18 Tagen Versuchsdauer waren 57,6 g Zucker aus dem Kulturfiltrat verschwunden. Von der Äpfelsäure wurden 7,69 g und von der Weinsäure 6,29 g, im ganzen also 13,98 g Säure verbraucht. In relativen Zahlen gemessen ist allerdings der Säureabbau größer als derjenige des Zuckers. Von den Säuren verarbeitete der Pilz 87,3 %, vom Zucker hingegen nur 52,3 %.

Die Ansicht, daß der Pilz erst dann den Zucker angreift, wenn ihm keine Säuren mehr zur Verfügung stehen, kann nicht bestätigt werden. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Während der ersten Versuchstage verschwindet der Zucker am schnellsten. Vom zehnten Tage an geht der Zuckergehalt nicht mehr wesentlich zurück, trotzdem wächst der Pilz mit unverminderter Geschwindigkeit weiter. Es ist möglich, daß der Pilz auf Vorrat Zucker abbaut und später von diesen Spaltprodukten lebt. Eine andere Erklärung konnte nicht gefunden werden, da, wie zu Beginn des Versuches festgestellt werden konnte, keine Saccharose im Traubensaft vorhanden war, welche die Ergebnisse hätte beeinflussen können. Ebenfalls ist mit dieser, dem Pilz zur Verfügung stehenden Säuremenge keine so große Myzelbildung möglich. (Vgl. Versuch 1.)

Die Äpfelsäure wird vom Pilz etwas besser verbraucht als die Weinsäure. Hingegen kann die Zitronensäure nicht abgebaut werden. Der Zitronensäuregehalt nimmt im Verlauf des Versuches eher noch zu. Diese Feststellung stimmt mit den Versuchen von MUTTELET (1923) überein, welcher bemerkte, daß der Zitronensäuregehalt in Traubenmost, welcher mit *Botrytis cinerea* infiziert wurde, nach einiger Zeit um fast das Dreifache anstieg.

Für die Gesamtsäure sind in der Tabelle 18 zwei Werte angeführt. Die erste Kolonne enthält die Anzahl der tatsächlich verbrauchten Kubikzentimeter n/10-Natronlauge auf den Liter Kulturfiltrat berechnet. Die zweite Kolonne umfaßt die berechnete Menge Natronlauge, welche für die Neutralisation der mit der papierchromatographischen Methode ermittelten Wein-, Äpfel- und Zitronensäuremenge notwendig wäre. Vergleicht man die Werte dieser beiden Kolonnen miteinander, so sieht man, daß diejenigen in der zweiten Kolonne wesentlich höher sind als diejenigen in der ersten. Diese Unterschiede sind darauf zurückzuführen, daß im Traubensaft die gebundenen Säuren wohl mit der Papierchromatographie, da sie mit dem Kationenaustauscher vorgängig freigelegt werden, erfaßbar sind, daß dies aber mit der Titration nicht möglich ist.

Abgesehen von der Zitronensäure wurden durch den Pilz zusätzlich in geringen Spuren noch drei weitere Säuren gebildet, welche vorher im Traubensaft nicht vorhanden waren. Diesen wurde keine weitere Beachtung geschenkt, doch handelte es sich vermutlich bei der einen um die Milch- oder die Bernsteinsäure und bei einer andern um die Glycolsäure. Da sie aber nur in äußerst geringen Mengen gebildet wurden, lohnte sich eine nähere Identifizierung nicht.

V. Allgemeine Ergebnisse

Mit dieser Arbeit wurde der Zweck verfolgt, einige ernährungsphysiologische Fragen bei *Botrytis cinerea* zu klären. Sie wurde durchgeführt, weil aus den Ergebnissen früherer Untersuchungen gleicher oder ähnlicher Probleme nur wenig klare und übereinstimmende Schlüsse gezogen werden können. Dies ist teilweise verständlich, wenn man bedenkt, daß sich der Pilz *Botrytis cinerea* in unendlich viele, genetisch verschiedene Stämme aufspaltet. Es ist durchaus anzunehmen, daß innerhalb eines gewissen Rahmens die ernährungsphysiologischen Ansprüche von einem Stamm zum andern variieren können. Hingegen ist es kaum wahrscheinlich, daß hier grundsätzliche Unterschiede herrschen. Vor allem kann man kaum verstehen, daß die eingehenden Untersuchungen von MÜLLER-THURGAU über den Zucker- und Säureverbrauch durch *Botrytis cinerea* für diesen Pilz nicht allgemeine Gültigkeit haben sollten. Dieser Autor untersuchte die chemischen Veränderungen von Traubenbeeren und von Traubensäften, welche durch den Grauschimmelpilz befallen waren. Er stellte fest, daß die Abnahme der Fruchtsäuren in edelfaulen Beeren relativ größer war als diejenige des Zuckers.

In absoluten Werten gemessen überwiegt der Rückgang des Zuckers aber denjenigen der Säuren. Da die organischen Säuren aber gemessen am Zucker in viel geringeren Mengen vorkommen, findet unter günstigen Verhältnissen insofern eine Veredlung des Traubenmostes statt, daß erstens, wie schon erwähnt, relativ mehr Säuren als Zucker verbraucht werden und zweitens durch die Wasserverdunstung eine absolut stärkere Konzentation des Zuckers erfolgt, als das bei den Fruchtsäuren der Fall ist. Aus diesem Grunde ist es verständlich, daß eine Veredlung nur bei einem Traubensaft mit hoher Zuckerkonzentration, also nur bei einem solchen von ganz reifen Trauben erwartet werden darf. Die Tatsache, daß ein, durch *Botrytis cinerea* veredelter Traubensaft einen geringeren Säuregehalt aufweist, hingegen oft mehr Zucker enthält als ein normaler Traubensaft, hat später zur ganz allgemein verbreiteten, aber nicht richtigen Auffassung geführt, daß der Pilz in erster Linie von den Fruchtsäuren lebt, diese zuerst angreift und in größeren Mengen verzehrt, den Zucker hingegen nur relativ schlecht verwerten kann. Wenn diese Annahme stimmen würde und *Botrytis cinerea* ein ausschließlicher Säurespezialist wäre, dann würden in erster Linie die unreifen, säurereichen Traubensäfte und nicht nur diejenigen mit einem hohen Zuckergehalt vom Pilz profitieren.

Um diese Unstimmigkeiten, welche sich seit den Untersuchungen von Müller-Thurgau auf diesem Gebiet eingeschlichen haben, klarzustellen, wurde der Zucker- und der Säureabbau einer eingehenden Prüfung unterzogen. Zugleich sollte untersucht werden, wie sich der Pilz den einzelnen Fruchtsäuren (Wein-, Äpfel- und Zitronensäure) gegenüber verhält. Zu diesem Zweck wurde eine annähernd quantitative papierchromatographische Bestimmungsmethode der Fruchtsäuren auf ihre Eignung geprüft und angewendet. Die Bestimmung der Weinsäure wurde in den meisten Fällen doppelt geführt. Die Abweichungen der Ergebnisse, welche mit der papierchromatographischen Methode ermittelt wurden, sind, gemessen an denjenigen, welche man nach den Vorschriften des Schweizerischen Lebensmittelbuches erhielt, nicht wesentlich. In den meisten Fällen liegt der Fehler um ungefähr 5 Prozent herum und steigt nur selten über 10 Prozent.

Um möglichst viele Fehlerquellen ausschließen und um die Probleme auf einen einfachen Nenner bringen zu können, wurde anfänglich mit synthetischen Nährlösungen gearbeitet, deren Zusammensetzung je nach Versuchsfrage variiert werden konnte. Bei allen Versuchen dieser Art konnte festgestellt werden, daß entsprechend den Versuchen von Müller-Thurgau der Pilz in erster Linie und in absolut größeren Mengen den Z u c k e r verbraucht als die Fruchtsäuren. Es ist der Zucker, welchen er vor allem für sein Wachstum benötigt. Die Fruchtsäuren vermögen ihm nur sehr geringe Energiemengen zu liefern.

Die gleichen Ergebnisse wurden mit Traubensaft erzielt. Hier waren diese Ergebnisse noch eindeutiger als mit den synthetischen Nährsubstraten.

Nach sieben Tagen Wachstum hatte der Pilz schon nahezu 30 g Glucose je Liter Nährlösung verbraucht, während der Fruchtsäuregehalt (Weinsäure + Äpfelsäure) nur um ungefähr 4,5 g zurückging. Am Ende des Versuches (nach 18 Tagen) betrug der Glucoseabbau 58 g je Liter Nährlösung, derjenige der Weinsäure + Äpfelsäure nur 14 g. In relativen Zahlen gemessen überwiegt allerdings der Säureverbrauch denjenigen des Zuckers. Er beträgt nach einer Versuchdauer von 18 Tagen 87,3 %, derjenige des Zuckers nur 52,3 %.

Gemäß der Vorliebe für den Zucker wächst der Pilz im Traubensaft immer besser, je reifer die Trauben werden. Würde er die Säuren dem Zucker vorziehen, so wäre vermutlich das Gegenteil der Fall. Trotz gleichem Zuckergehalt wächst der Pilz auf Blauburgundersaft etwas besser als auf demjenigen der Sorte Gutedel. Die Unterschiede sind jedoch im Gegensatz zu früheren Versuchen nicht so groß, daß hier ein Grund für die größere Widerstandsfähigkeit der Sorte Gutedel gegenüber der Graufäule gesucht werden könnte.

Die gute Verwertbarkeit des Zuckers durch *Botrytis cinerea* gilt aber nicht nur für die Glucose. Von den untersuchten Zuckerarten, sowohl von den Pentosen, den Mono- und Disacchariden, vermag der Pilz die meisten sehr gut anzugreifen, ja er ist sogar zum enzymatischen Abbau einiger Polysaccharide, wie Stärke und Zellulose, fähig.

Bei den organischen Säuren sind seine Fähigkeiten schon mehr beschränkt. Die Zitronen- und die Oxalsäure vermag er nicht abzubauen, hingegen ist er nachgewiesenermaßen zur Bildung von Zitronensäure und nach den Ergebnissen einiger Autoren auch zur Bildung von Oxalsäure befähigt. Die Brenztrauben-, Essig- und die Propionsäure wirken wachstumshemmend auf ihn. Es ist zu bemerken, daß die Äpfel- und die Weinsäure ungefähr gleich rasch angegriffen werden.

Interessant ist die Tatsache, daß der Pilz die Natriumsalze dieser Säuren nur äußerst schlecht abbauen kann. Der Start gelingt ihm nur mehr oder weniger gut und dies nur in Gegenwart von Glucose. Dann tritt allerdings die merkwürdige Erscheinung auf, daß durch die Gegenwart dieser Verbindungen die Stoffwechselvorgänge des Pilzes beschleunigt werden, was in einem rascheren Pilzwachstum und in einem beschleunigten Verbrauch von Zucker und Fruchtsäuren zum Ausdruck kommt. Eine Erklärung für diese Wachstumsbeschleunigung konnte nicht gefunden werden. Auf alle Fälle handelt es sich um keine Katalysewirkung, da immerhin eine gewisse Menge von diesen Salzen verschwindet und anderseits dieser Effekt mit geringen Konzentrationen nicht erzielt werden kann. Verunreinigungen, welche in den verwendeten Substanzen vorkommen könnten, fallen außer Betracht, da die gleiche Wirkung auch mit reinsten Präparaten erhalten wurde.

Der Abbau der Stickstoffverbindungen wurde nicht zahlenmäßig erfaßt, hingegen die Wirkung von einigen Stickstoffquellen auf das Pilzwachstum

untersucht. Diese Wirkung ist eine direkte und eine indirekte. Eine direkte insofern, als die einen Verbindungen durch den Pilz besser und andere schlechter verwertet werden können. Es konnte gezeigt werden, daß zum Beispiel das Asparagin vom Pilz äußerst leicht angegriffen wird, viel leichter als die anorganischen Verbindungen, wie Ammoniumsulfat und Kaliumnitrat. Eine indirekte Wirkung hingegen macht sich insofern geltend, als durch die verschiedenen Stickstoffquellen der pH-Wert der Nährlösung verschieden verändert wird, was sich wiederum auf die Entwicklungsgeschwindigkeit des Pilzes auswirkt. Aus den vorliegenden Untersuchungen (vgl. S. 363) geht hervor, daß Ammoniumsulfat, wenn es vom Pilz angegriffen wird, die Nährlösung ansäuert, während beim Kaliumnitrat das Gegenteil der Fall ist. So kommt es, daß je nach dem pH-Wert des Nährsubstrates zu Beginn des Versuches das Wachstum des Pilzes einmal mit der einen, das andere Mal mit der anderen Stickstoffverbindung besser ist. Da das pH-Optimum für das Pilzwachstum zwischen den Werten 4 und 5 liegt, ist das Pilzwachstum mit Kaliumnitrat gut, wenn der pH-Wert zu Beginn des Versuches unterhalb 4, mit Ammoniumsulfat, wenn er über 5 liegt. In beiden Fällen wird sich der Pilz während einer gewissen Zeit unter optimalen oder nahezu optimalen Bedingungen entwickeln können, bevor er, sei es nun nach oben oder nach unten in suboptimale pH-Verhältnisse hineingerät. Schlecht hingegen ist das Pilzwachstum, wenn beim Kaliumnitrat der pH-Wert der Nährlösung zu Beginn des Versuches über 5 und mit Ammoniumsulfat unter 4 liegt. In diesem Falle wird während des ganzen Versuchsverlaufes in keiner der beiden Nährlösungen der optimale pH-Bereich zwischen 4 und 5 jemals erreicht.

Zusammenfassung

1. In den vorliegenden Untersuchungen wurde der Zucker- und Säureverbrauch durch *Botrytis cinerea* Pers. in synthetischer Nährlösung und in Traubensaft quantitativ verfolgt und zugleich die Wirkung einzelner Nährstoffe auf das Wachstum des Pilzes geklärt.

2. Für die Bestimmung der Fruchtsäuren wurde mit der papierchromatographischen Methode gearbeitet, welche annähernd quantitative Ergebnisse lieferte.

3. Das Wachstum von *Botrytis cinerea* ist in erster Linie vom Zuckergehalt der Nährlösung abhängig, welchen der Pilz rascher und in absolut größeren Mengen verbraucht als die Säuren. Die allgemein verbreitete Annahme, daß es sich bei diesem Pilz in erster Linie um einen Säureabbauer handelt, konnte eindeutig widerlegt werden.

4. Die meisten der untersuchten Pentosen, Mono- und Disaccharide, sowie Stärke und Zellulose können durch *Botrytis cinerea* mehr oder weniger gut verwertet werden; dasselbe ist auch der Fall für einige Glucoside.

5. Die Äpfel- und die Weinsäure verarbeitet der Pilz ungefähr gleich gut, hingegen werden die Oxal- und die Zitronensäure nicht abgebaut. Die erste verhält sich bezüglich des Pilzwachstums indifferent. Propion- und Brenztraubensäure hemmen das Pilzwachstum.

6. Die Natriumsalze der Fruchtsäuren eignen sich als Nährstoffe für den Pilz nur schlecht, hingegen fördern sie dessen Wachstum, ohne von ihm in größeren Mengen verbraucht zu werden.

7. Die Wirkung der geprüften Stickstoffverbindungen ist zweifacher Art. Erstens wird die eine oder die andere vom Pilz mehr oder weniger gut verwertet und zweitens wird durch ihren Abbau die Wasserstoffionenkonzentration des Nährsubstrates unterschiedlich verändert, was sich wiederum auf das Pilzwachstum und den Abbau der übrigen Nährstoffe auswirkt.

Summary

1. Experiments were made quantitatively on the consumption of sugar and organic acids by *Botrytis cinerea* in synthetic nutrient solutions and in grape juice, also the effect solved of some nutrient substances in correlation with the growth of fungus.

2. The organic fruit acids have been determined by paper chromatography, a method which gave approximatively quantitative results.

3. The growth of *Botrytis cinerea* depends firstly on the sugar content of the nutrient solution, which is consumed quicker and in greater quantities than the acids. The extended belief that this fungus passes above all as acid consumer could be possible disproved.

4. Most of the analysed Pentoses, Mono- and Disaccharides, as well as the starch and cellulose more or less can be absorbed by *Botrytis*; the same occurs with some Glucosides.

5. The malic and tartaric acid are equally well absorbed by the fungus whereas the oxalic and citric acid are not. The first remains indifferent relative to the growth of the fungus. Propionic and pyrovic acid hinder the fungus growth.

6. Sodium salts of some organic fruit acids are not suitable as nutrient substances yet they activate its growth without being consumed in too big quantities.

7. The effect of the analysed nitrogenous compounds has two particularities. One or the other will be more or less consumed by the fungus and on the other hand as consequence of the consumption the pH of the

nutrient basis will be differently changed, which reacts again on the fungus growth and on the consumption of the other nutrient substances.

Die Dissertation von Y. Charpentié: „Contribution à l'étude biochimique des facteurs de l'acidité des vins" (Faculté des sciences de Bordeaux) 1954, welche nebst anderen Fragen ebenfalls das Problem des Zucker- und Säureabbaues durch *Botrytis cinerea* im Traubensaft behandelt, war mir erst während der zweiten Korrekturarbeit der vorliegenden Untersuchungen zugänglich und konnte aus diesem Grund nicht mehr berücksichtigt werden. Es ist zu bemerken, daß die Versuchsergebnisse von Y. Charpentié mit denjenigen dieser Arbeit in den wesentlichen Punkten eine sehr gute Übereinstimmung zeigen.

Der Verfasser

Literaturverzeichnis

Ammann, A., 1951: Über die Bildung von Zellulase bei pathogenen Mikroorganismen. Phytopath. Z. **18**, 416—446.

Behrens, J., 1898: Beiträge zur Kenntnis der Obstfäulnis. Zbl. f. Bakt. II/**4**, 514.

Brown, W. M. A., 1916: Studies in the physiology of parasitism. III. On the relation between the infection drop and the underlying host tissue. Ann. Bot. **30**, 399.

— —, 1917: Studies in the physiology of parasitism. IV. On the distribution of Cytase in cultures of *Botrytis cinerea*. Ann. Bot. **31**, 489—498.

Bryant, F. and Overell, B. T., 1953: Biochem. biophysica Acta (Amsterdam) **10**, 471—476.

Büsgen, M., 1918: Biologische Studien mit *Botrytis cinerea*. Flora **111/112**, 606.

Halliwell, G., 1952: Chromatographic dedection of acids in cultures of *Aspergillus niger* in various substrates. Nature, **169**, 1063—1064.

Hulme, A. C., 1953: An action of strongly basic anion-exchange resins on solutions containing sugars. Nature, **171**, 610—611.

Laurent, E., 1889: Recherches sur la valeur comparée des nitrates et des sels ammoniacaux comme aliment de la levure de bière et de quelques autres plantes. Ann. de l'inst. Past. **3**, 362.

Lendner, A., 1897: Des influences combinées de la lumière et du substratum sur le développement des champions. Ann. Sc. nat. Bot. **VIII/3**, 1.

Müller-Thurgau, H., 1888: Die Edelfäule der Trauben. Landw. Jb. **17**, 83—160.

— —, 1895: Wirkung der Schimmelpilze bei der Fäulnis des Obstes. Z. f. Pflanzenkr. **5**, 249.

Muttelet, C. F., 1923: Die Zitronensäure in den Traubenmosten. Ann. fals. et fraudes. **16**, 392—399.

Peltier, G. L., 1912: A consideration of the physiology and life history of parasitic *Botrytis* on pepper and lettuce. Miss. Bot. Gard. Ann. Rep. **23**, 41.

PHILLIPS, J. D. and POLLARD, W., 1953: Degredation of sugars on ion exchange columns of Amberlite IRA 400 (OH). Nature, **171**, 41—42.

REIDEMEISTER, W., 1909: Die Bedingungen der Sklerotien und der Sklerotienringbildung von *Botrytis cinerea* auf künstlichen Nährböden. Ann. Mycol. **7**, 19.

RENTSCHLER, H. und TANNER, H., 1954: Über die Zusammensetzung der Fruchtsäuren von schweizerischen Obstsäften. 1. Mitteilung: Die Fruchtsäuren der schweizerischen Mostbirnensäfte. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. u. Hyg. **45/2**, 142—158.

RITTER, G. E., 1909: Ammoniak und Nitrate als Stickstoffquelle für Schimmelpilze. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **27**, 582.

RYTZ, W., 1937: Über den oekonomischen Koeffizienten von *Absida coerulea*. Mitt. Naturf. Ges. Bern.

SCHELLENBERG, H. C., 1908: Untersuchungen über das Verhalten einiger Pilze gegen Hemizellulose. Flora, **98**, 257.

SMITH, R., 1902: The parasitism of *Botrytis cinerea*. Bot. Gaz. **29**, 369.

SORAUER, P., 1900: Schutz der Obstbäume gegen Krankheiten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. 2. Aufl.

STALDER, L., 1953: Untersuchungen über die Graufäule (*Botrytis cinerea* Pers.) an Trauben. 1. Mitteilung. Phytopath. Z. **20**, 315—344.

— —, 1953: Das Problem der *Botrytis*bekämpfung im Weinbau. Schweiz. Z. f. Obst- u. Weinbau. **62**, 105—107 u. 128—132.

-- —, 1953: Witterung und Traubenfäulnis. Ibid. **62**, 477—484.

VIALA, P., 1893: Les maladies de la vigne. George Masson, Librairie-éditeur Paris.

VOGT, E., 1951: Weinbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

WARD, H. M., 1888: A lily-disease. Ann. Bot. **2**, 319.

Aus der phytopathologischen Abteilung der Biologischen Anstalt der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften Prag

Die Übertragung des Stolburvirus bei Tabak und Tomaten und seine virogeographischen Beziehungen

Von

C. Blattný, J. Brčák, J. Pozděna, J. Dlabola, J. Limberk und V. Bojňanský

Mit 23 Abbildungen

Inhalt: Einleitung und Problematik — Symptomatologische Bemerkungen — Pfropfungsversuche — Versuche zur mechanischen Übertragung des Stolburvirus — Notizen über die Überträger des Stolburvirus — Zur Taxonomie des *Hyalesthes obsoletus* Sign. — Die Verbreitung des *Hyalesthes obsoletus* — Zur Bionomie des *Hyalesthes obsoletus* — Versuche der Übertragung des Stolburvirus mit Hilfe des *Hyalesthes obsoletus* — Die Suche nach neuen Überträgern — Zur Taxonomie und Bionomie des *Aphrodes bicinctus* Schrk. — Die serologische Untersuchung des Stolburs — Bekämpfungsversuche des Stolburs im Freiland — Zur Frage der Virosen der Ackerwinde — Das Verhalten der mit Stolbur und „europäischer" Gelbsucht infizierten Pflanzen bei Änderung des Standortes — Diskussion — Zusammenfassung — Literaturverzeichnis

Einleitung und Problematik

Es erübrigt sich, die Geschichte des Stolburs, seine Entdeckung als Virose der Tomaten, des Tabaks und anderer Solanaceen zu beschreiben, man findet sie im Werke von Suchov und Vovk (1949). Von Ryžkov (1946) wurde diese Krankheit zum australischen *Lycopersicum virus 5* (Bald, 1933) „Big bud" genannt, gestellt. Suchov und Vovk (1946, 1949, 1950) bewiesen, daß es sich bei dem südlichen Stolbur zwar um eine mit „big bud" verwandte, jedoch selbständige Krankheit handelte, welche in der UdSSR durch die Zikade *Hyalesthes obsoletus* Sign. übertragen wird. In den nördlicher gelegenen Gebieten der UdSSR kommt eine zweite Stolburerkrankung der Tomaten und anderer Solanaceen vor, welche durch *Hyalesthes obsoletus* nicht übertragen wird. Diese Zikade fehlt in diesen Gebieten. Suchov und Vovk halten diesen nördlichen Stolbur für eine verwandte, jedoch selbständige Krankheit.

In Ost- und Teilen Mitteleuropas sind die Erkrankungen dieses Typus längst bekannt und als sehr schädlich erkannt (Vielwerth 1938), jedoch als

Virosen verkannt. Frimmel und Lauche (1940) und Baudyš (1933) haben die Ansicht ausgesprochen, daß es sich um Viruserkrankungen handelt. Im Sommer 1951 haben wir in der Mittelslowakei den Stolburcharakter dieser Erkrankungen bewiesen und dieselben zum südlichen Stolbur gestellt. Die nichtveröffentlichten Pfropfungsversuche von Tajcnar (1951), Limberk (1952) und Valenta (1952) haben diese Vermutung bestätigt. Suchov, der im November 1951 in der Tschechoslowakei weilte, hat die Richtigkeit unserer Annahmen bestätigt.

Durch vorläufige Untersuchungen wurde die Verbreitung des Stolburs an Tomaten, Tabak und anderen Pflanzen festgestellt (Blattný 1952, Bojňanský und Blattný 1953, Valenta 1953). Außer in der Süd-, Südost-, Nordwest- und Mittelslowakei wurde der Stolbur, welcher dort oft sehr stark bei Tomaten, Tabak, Paprika, Kartoffel und Sonnenblume auftrat und besonders häufig bei der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) anzutreffen war, von uns auch in Süd- und Mittelmähren festgestellt. Im Jahre 1952 haben wir in Žatec (Saaz) im Egertal Tomatenpflanzen gefunden, welche ihren Symptomen nach an den nördlichen (?) Stolbur erinnerten. Im Jahre 1953 haben wir in Saaz an einem anderen Ort den typischen südlichen Stolbur bei Tomaten festgestellt. Im Jahre 1953 haben wir den südlichen Stolbur der Tomaten und seinen Überträger, die Zikade *Hyalesthes obsoletus* im warmen Elbebecken bei Mělník, nördlich von Prag, gefunden. Diesen Fund haben wir vorhergesagt nach dem einen Monat früher an demselben Ort festgestellten Auftreten der mit Stolbur erkrankten Ackerwinden.

Die Methode, welche sich nach dem Fund der stolburkranken Ackerwinden richtet — von ihrer Richtigkeit haben wir uns im Verlaufe unserer Arbeiten mehrfach überzeugen können —, halten wir vom praktischen Standpunkt aus für so wichtig, daß wir sie als verläßlich für die Untersuchung allgemein empfehlen können, ob Stolbur an dieser oder jener Stelle vorkommt.

Die Anwesenheit von stolburkranken Ackerwinden (*Convolvulus arvensis*) läßt auf das Vorkommen des südlichen Stolburs an Tomaten und anderen stolburempfindlichen Kulturpflanzen mit Sicherheit, auf das Vorkommen des klassischen Überträgers, der Zikade *Hyalesthes obsoletus*, mit Wahrscheinlichkeit schließen.

Der Stolbur vermindert in größerem oder geringerem Maße nicht nur den Ertrag der erkrankten Pflanzen, z. B. der Tomaten. Verheerend wirkt er auch auf die Qualität, indem er z. B. bei gärenden Tabakblättern Fäulniserscheinungen hervorruft. Es ist demnach von Interesse zu wissen, wo überall Stolbur zu finden ist. Für die von ihm verlangten Umweltbedingungen sind bisher zwei theoretische Unterlagen publiziert worden: Blattný's (1952) Prognose des wahrscheinlichen Auftretens des Stolburs in den wärmsten „Inseln" Böhmens, und Valenta's (1953) Annahme, daß Stolbur und sein Überträger, *Hyalesthes obsoletus*, in den Gebieten Böhmens zu erwarten ist, wo die sonnige und warme Lagen liebende *Bothriochloa ischaemum* wächst.

Wir stellen eine weitere Prognose auf:

Stolbur kann an *Convolvulus arvensis* und an den stolburempfindlichen Kulturpflanzen bei Anwesenheit eines dazu tauglichen Überträgers (wohl einer Zikadenart) in den Gebieten vorkommen, wo die Weinrebe gedeiht oder gedeihen kann und wo die Niederschläge nicht allzu hoch sind. Die Beobachter sollen dabei in erster Reihe ihre Aufmerksamkeit auf das Vorkommen von stolburkranken Ackerwinden lenken: nach unseren Erfahrungen gibt es keinen Stolbur dort — wenn auch die klimatischen Verhältnisse für das Vorkommen des Stolburs günstig wären —, wo der natürliche Herd, d. h. die stolburkranken Ackerwinden nicht vorhanden sind. Wir stützen uns hier — von den empirischen Erkenntnissen ausgehend — auf die Theorie der Herdinfektionen von PAVLOVSKIJ (1951), welche auf die Pflanzenvirusinfektionen anwendbar ist. Von der erwähnten Annahme ausgehend, können wir das Vorkommen des Stolburs in verschiedenen Gebieten Deutschlands, Österreichs, der Schweiz und anderswo erwarten, auch solchen, wo heutzutage die Weinrebe nicht angebaut wird, so mit höchster Wahrscheinlichkeit im Elbetal bei Dresden usw.

Wie weiter aus dem Kapitel Symptomatik ersichtlich ist, bietet sich dem Studium eine überreiche Problematik dar. In erster Reihe sind die beiderseitigen Beziehungen des südlichen und des nördlichen Stolburs zu klären. Ein tieferes Studium muß der Bionomie des Stolburüberträgers *Hyalesthes obsoletus* in verschiedenen Umweltbedingungen gewidmet werden, und es sind weitere mögliche Vektoren in den geographisch abweichenden Gebieten zu suchen. Zu lösen ist weiter die Frage der antigenen Eigenschaften des Stolburs, besonders zum Zweck der Entdeckung der latenten Krankheitszustände und zur Klärung der Verwandtschaftsbeziehungen zwischen symptomatologisch ähnlichen Krankheiten der Stolburgruppe. Bekannt ist die Unmöglichkeit, die Krankheiten aus der Stolburgruppe auf dem üblichen Wege mechanisch zu übertragen; wir versuchen diese Frage auf besondere Weise zu lösen; außerdem sind wichtige Einzelheiten, betreffend die Stolburempfänglichkeit verschiedenster Pflanzenarten im mitteleuropäischen Raum zu eruieren. Das gegenseitige Verhältnis des nördlichen Stolburs und der virösen Gelbsuchten einerseits und des südlichen Stolburs andererseits bietet uns ein großes Arbeitsfeld. Wir stellen auch die Frage, ob die „unkrautvertilgenden" Viren aus der Virusgelbsuchtgruppe durch ihre Einführung in die sie nicht enthaltenden Gebiete für den Menschen zur Unkrautvertilgung nützlich gemacht werden können. Die sogenannte telemorphische Einwirkung der Rüßlerlarven in den Stengeln vieler Compositen und anderer Pflanzenarten ist vom virologischen Standpunkt zu revidieren, besonders aus dem Grunde, weil habituell ähnliche oder identische Erscheinungen vorkommen können. Wir halten es für wichtig, mehr als früher den Unkrautpflanzen und den wildwachsenden Pflanzen Aufmerksamkeit zu widmen, mit dem Bestreben, die natürlichen Herde der Viruserkrankungen ausfindig zu machen. Wir halten nämlich die sich schon mehrere Jahre oft geltend machende Idee für

untragbar, sich nur mit den Kulturpflanzen, ohne Rücksicht auf die Umweltpflanzen, zu befassen. Die Analyse des phytopathologischen Reliefs einer Lage (Blattný 1950) mit seinen virogeographischen Beziehungen (siehe Diskussion), Pavlovskijs Herdinfektiontherie ausnützend, wird wohl wertvolle praktische Ergebnisse liefern.

Symptomatologische Bemerkungen

Wir halten es für notwendig, einige symptomatologische Bemerkungen von einzelnen stolbur- und gelbsuchtkranken Pflanzen anzuführen, um so mehr, als besonders in den mitteleuropäischen Zonen bestimmte Abweichungen im Krankheitsbild der Pflanzen zu verzeichnen sind.

Abb. 1 (links). Stolburkranke Tomatenpflanze: Alte Infektion, „gotischer", emporgerichteter Blütenstand

Abb. 2 (rechts). Stolburkranke Tomatenpflanze: Atypisches Aussehen der Gipfelpartie. Košice, IX. 1952

1. *Lycopersicum esculentum.* Südlicher Stolbur: Die Krankheit ist zuerst an den Gipfelpartien sichtbar; Wuchs „gotisch"; zeitig erkrankte Pflanzen sind verkümmert und niedrig. Von kranken Pflanzen genommene Stecklinge blühen nicht, oder die wenigen Blüten haben stark hypertrophische Kelche; der Wuchs, außer in den Gipfelpartien, ist fast normal. Die Wintergewächshausform ist gelbgrün, mit kleinen Blättern und reich verzweigt. Die Fiederblätter sind lichter, in den Gipfelpartien meistens anthozyanverfärbt, stark reduziert und sehr klein. Zeitig erkrankte Pflanzen haben verkümmerte Kronen und Blütenorgane, stark hypertrophische Kelchblätter und emporgerichtete Blüten. Bei Spätinfektionen ist die Zahl der Blüten nicht reduziert, die Kelchblätter sind fast normal, die Kronen grünlich und verkümmert. Die Entwicklung der Früchte richtet sich nach dem Zeitpunkt der Infektion. Soweit sich die Früchte gebildet haben — meistens nur in den unteren Partien der Pflanzen —, ist ihre Form unregelmäßig; die Plazenten

sind verdickt, und es bilden sich keine oder nur wenige keimungsunfähige Samen. Früchte, welche ihre Entwicklung vor der Infektion begonnen haben, sie befinden sich nur in den untersten Partien der Pflanzen, sind normal (Abb. 1 bis 3).

2. *Lycopersicum esculentum.* Nördlicher Stolbur? Wie bei Südstolbur, der Wuchs ist weniger „gotisch" und mehr in die Breite verzweigt. Die Reduktion der Blätter ist geringer als bei Südstolbur, die Anthozyanbildung ist ganz schwach, sonst wie bei Südstolbur. Abnorm blütenreiche Blütenstände, emporgerichtete Blüten, verkümmerte und grünliche Kronen, sowie starke Hypertrophie der Kelche wurden bisher nicht beobachtet. Die Früchte sind ähnlich wie bei Südstolbur (Abb. 4).

Abb. 3. Reduzierte Gipfelblätter der mit Südstolbur erkrankten Tomatenpflanze. Südmähren, 1952

Abb. 4. Reduzierte Gipfelblätter der mit Nordstolbur (?) erkrankten Tomatenpflanze. Žatec (Saaz), 1952

3. *Nicotiana tabacum.* Südlicher Stolbur: Wuchs normal oder fast normal bei Spätinfektionen, verkümmert bei Frühinfektionen. Oft ist die Pflanze anomal und schon von den unteren Etagen verzweigt. Die Blätter sind nicht immer lichter als bei gesunden Pflanzen. Die obersten Blätter sind kleiner, an der Spitze meistens im scharfen Winkel umgebogen und ihre Ränder nach unten gekrümmt. Je nach dem Zeitpunkt der Infektion entwickeln sich entweder: a) keine Blütenanlagen bei Frühinfektionen, b) Knospen, die bei Frühinfektionen abfallen, ohne aufzublühen, c) bei Spätinfektionen, Blüten mit normalen Kronen, jedoch mit verkürztem Griffel, oft nur bei einzelnen Blütenstandszweigen oder aber auch nur bei einzelnen Blüten. Proliferation der Blüten ist in der ČSR selten. Die Früchte sind samenlos oder fast samenlos (Abb. 5).

4. *Nicotiana sylvestris.* Südlicher Stolbur: Der Wuchs ist normal oder nur wenig verkümmert. Es bestehen keine Unterschiede im Vergleich mit gesunden Pflanzen, mit Ausnahme einer vorübergehenden lichten Verfärbung. Die Blüten sind meistens normal, jedoch ist der Griffel um die Hälfte verkürzt. Bei den im Gewächshaus und im Freiland wachsenden Pflanzen wird

Proliferation und Bildung von Blüten mit verkümmerten Kronen öfters beobachtet. Die Früchte sind samenlos oder fast samenlos.

5. *Capsicum annuum.* Südlicher Stolbur: Zeitig erkrankte Pflanzen sind niedrig, gelblich; bei Spätinfektionen sind die Pflanzen fast normal. Zu der Zeit, wenn die obersten Blätter sich kahnartig krümmen, verwelken die Pflanzen langsam. Die Blätter sind hier und da der Längsachse nach zusammengerollt. Je nach dem Zeitpunkt der Infektion entwickeln sich die mittleren oder oberen Blüten überhaupt nicht oder ihre Kronen sind verkümmert oder die Blütenorgane degeneriert. Die jüngsten Früchte sind ganz verkümmert, die ältesten verwelkt oder aber verunstaltet und wenig Samen enthaltend.

Abb. 5 (links). Gipfelpartie der mit Südstolbur zeitig erkrankten Tabakpflanze. Mittelslowakei, 1952

Abb. 6 (rechts). Kartoffeltriebe, schwer erkrankt mit Südstolbur. Košice, 1952

6. *Solanum tuberosum.* Südlicher Stolbur: Die Gipfelpartien kranker Pflanzen sind „gotisch" emporgerichtet, die Fiederblätter reduziert, oft anthozyanhaltig; die Blätter weisen sonst im Vergleich mit gesunden Pflanzen keinen Unterschied auf. (Ähnliche Symptome werden durch *Rhizoctonia solani* hervorgerufen.) Die Pflanze verwelkt langsam, die Knollen werden weich, das Knollenfleisch bleibt normal gefärbt (zum Unterschied von Welkekrankheiten physiologischen, Fusarium- oder Verticilliumursprungs). Die Keime sind dünn (Fadenkeimigkeit) (Abb. 6).

7. *Convolvulus arvensis.* Südlicher und nördlicher Stolbur: Siehe Virosen der Ackerwinde (Abb. 7 und 8).

8. *Cardaria (Lepidium) draba.* Südlicher Stolbur: Der Wuchs ist gewöhnlich schwächer, die Pflanzen sind oft niedriger und blütenärmer als gesunde Individuen. Die Blätter sind gewöhnlich gelblichgrün, die Blütenstände sind

Abb. 7. Ackerwinden (*Convolvulus arvensis*), links gesunde, rechts durch Südstolbur erkrankte Pflanze. Mittelslowakei, 1952

Abb. 8. Ackerwinden (*C. arvensis*), mit Nordstolbur (?) erkrankte Pflanzen. Prag, 1953

Abb. 9. *Cichorium intybus*, erkrankt an Nordstolbur (?). Prag, 1953

unregelmäßig, die Blüten kleiner und grünlicher, die Knospen fallen oft ab, und die Blütenorgane sind häufig verkümmert. Es wird kein Samen gebildet.

9. *Datura stramonium.* Südlicher Stolbur: Die oberen Blätter sind gelblichgrün und an den Rändern oft nach innen gekrümmt. Die Blüten und Früchte der unteren Teile der Pflanze, welche sich vor der Infektion gebildet haben, sind normal. Die Gipfelblüten weisen hypertrophische Kelche, verkümmerte und vergrünte Kronen und degenerierte Blütenorgane auf.

Abb. 10 (links). *Helianthus annuus,* schwer an Südstolbur erkrankte Pflanze. Rimavská Sobota in der Südostslowakei, 1952

Abb. 11 (rechts). *Scabiosa purpurea* hort., schwer erkrankt an Südstolbur (?), vergrünt und proliferiert. Mittelslowakei, 1952

10. *Cichorium intybus.* Südlicher Stolbur: Man beobachtet stengelreiche, „gotisch" emporgerichtete Pflanzen mit zahlreichen Blütenständen, deren Griffel oft verkürzt sind; ein Teil der Blütenstände öffnet sich nicht. Es wird kein Samen gebildet. In anderen Fällen stellen die Pflanzen ihren Wuchs in der Rosettenphase ein, ihre Blätter sind gelblichgrün, mit stark reduzierten Blattspreiten.

11. *Cichorium intybus.* Nördlicher Stolbur? Die Blätter sind lichtgrün. Es werden wenige Blütenstände und keine Samen gebildet (Abb. 9).

12. *Helianthus annuus.* Südlicher Stolbur: Die Blätter sind lichter als bei gesunden Pflanzen. Die Blütenstände sind deformiert und kleiner als bei gesunden Individuen. Oft bilden sich ein oder mehrere Blütenstände an der Rückseite des Involucrums des Hauptblütenstandes. In den Blütenständen entwickeln sich wenige Samen, die meistens nicht keimen (Abb. 10).

13. *Scabiosa purpurea* hort. Südlicher Stolbur? Der Wuchs ist fast normal, ein-

Abb. 12. *Taraxacum officinale,* schwer an europäischer Gelbsucht erkrankte Pflanze, alle Blütenstände vergrünt und proliferiert. Mittelslowakei, 1953

zelne Blüten oder ganze Blütenstände sind vergrünt und proliferiert. Es wird kein Samen gebildet (Abb. 11).

14. *Taraxacum kok-saghyz.* Europäische Gelbsucht: Der Wuchs ist schwächer als bei gesunden Pflanzen oder normal, die Blätter sind gelblich oder normal grün und je nach der Intensität der Erkrankung von normaler Form oder stark bis strichförmig reduziert. Die Involucrumblättchen sind oft hypertrophiert, die Blüten vergrünt und proliferiert oder schon in den Blütenstandsanlagen absterbend. Es wird kein Samen gebildet.

Abb. 13. *Cirsium arvense,* schwer erkrankt an europäischer Gelbsucht, alle Blütenstände vergrünt und proliferiert. Nordslowakei, 1952

Abb. 14. *Chrysanthemum indicum,* v. *Monastyr,* schwer an europäischer Gelbsucht (?) erkrankte, stark vergrünte und proliferierte Pflanze. Prag, 1952

15. *Taraxacum officinale.* Europäische Gelbsucht: Ähnliche Symptome wie bei *Taraxacum kok-saghyz.* Selten treten auch Exkrescenzen am Scapus auf und an der Unterseite der Blätter. Es wird kein Samen gebildet (Abb. 12).

16. *Cirsium arvense* und *Carduus acanthoides.* Südstolbur (?) und Europäische Gelbsucht: Der Wuchs ist normal oder „gotisch" emporgerichtet, in schweren Erkrankungsfällen sind die Pflanzen ganz verkümmert und bilden keine Blütenstengel. Die Blätter sind normal grün oder gelblich mosaikartig verfärbt. Die Blütenstände besitzen entweder lichter gefärbte, ungleich große und unregelmäßig geordnete Blüten oder sind proliferiert und vergrünt. Das

Involucrum ist mehr kugelig. In keinem Fall wird ein Samen gebildet (Abbildung 13).

17. *Matricaria maritima.* Europäische Gelbsucht: In schwersten Fällen sind die Pflanzen ganz verkümmert, bilden keine Stengel und sind gelblichgrün, oder die Blütenstände öffnen sich nicht und sterben ab, oder der Wuchs ist niedriger, „gotisch" emporgerichtet, und die Blütenstände sind vergrünt und proliferiert.

18. *Chrysanthemum indicum.* Europäische Gelbsucht? Die Blätter sind normal grün oder gelblich, die Blüten verfärbt, gelegentlich nur an einem Teil des Blütenstandes. Die Blütenstände sind oft deformiert, vergrünt und proliferiert (Abb. 14).

Pfropfungsversuche

Den Beweis des virösen Charakters des Stolburs mit Hilfe der Pfropfung eines kranken Pfropfes auf eine gesunde Unterlage haben — nach erfolgreichen Versuchen anderer Autoren — Suchov und Vovk (1946, 1950) mit aller Bestimmtheit erbracht.

Wir halten es für überflüssig, sich durch Pfropfungsversuche von der richtigen Diagnose des Stolburs zu überzeugen, weil schon die Symptome des Stolburs sehr charakteristisch sind und der Standort durch die Anwesenheit der stolburkranken Ackerwinden und der Zikade *Hyalesthes obsoletus* als Stolburstandort charakterisiert wird.

Zu anderen Zwecken haben wir folgende Pfropfungsversuche durchgeführt:

a) Gesunde Tomatenreiser wurden auf stolburkranke Tomatenunterlagen im Gewächshaus gepfropft (fünf Pflanzen, Temperatur 18 bis 20° C). Alle Reiser waren mit Stolbur nach 65 Tagen unter typischen Symptomen erkrankt, d. h. durch „gotischen" Wuchs, reduzierte jüngste Fiederblättchen und vollkommenen Blütenmangel gekennzeichnet. Die Verlängerung der Inkubationszeit entspricht bei diesem niedrigen Wärmegenuß dem Fund von Vager (1953). Die Kontrolle blieb gesund.

b) Gesunde Tabakreiser (Sorte Samsun) wurden im Mai 1953 im Gewächshaus auf stolburkranke Tomatenpflanzen gepfropft (fünf Pflanzen). Die Blätter der Reiser zeigten — nur vorübergehend — eine schwache Vergilbung, Krümmung und Verkleinerung der Blätter. Der Stolbur war jedoch bei allen Reisern durch schwächeren Wuchs und durch verkümmerte und vergrünte Blütenkronen charakterisiert. Die Kelchzipfel überragten die sich weiter nicht entwickelnden Kronenzipfel. Diese Erscheinung ist typisch für zeitig stattfindende Infektionen des Tabaks mit Stolbur im Freiland in Südmähren und in der Slowakei. Die verkümmerten Blüten brachten keinen Samen. Die Kontrolle blieb gesund und blühte normal.

c) Fünf *Nicotiana sylvestris*-Reiser, gepfropft auf stolburkranke Tomatenunterlagen, glichen im Wuchs den Kontrollpflanzen der *Nicotiana sylvestris.* Sie zeigten keine Symptome auf den Blättern und blühten normal

und reich. Ihre Griffel waren um die Hälfte verkürzt gegenüber den Griffeln bei den Kontrollpflanzen. Von mehreren hundert Blüten haben nur zwei Blüten wenige Samen gebildet, obwohl die Kontrollpflanzen derselben Art im Gewächshaus reichlich geblüht und Samen gebildet hatten. Nach dem Absterben und Abtrocknen der Blüten proliferierten einige winzige Blüten mit verkümmerten und vergrünten Kronen und vergrößerten Kelchen.

Den Grad der Widerstandsfähigkeit neuer Hybriden gegen Stolbur kann man am sichersten durch Pfropfungsversuche feststellen, denn die natürliche Infektion, welche von der Anwesenheit der stolburkranken Ackerwinde und den stolburübertragenden Zikaden abhängig ist, halten wir für zufällig und für diesen Zweck für unzulänglich.

d) Fünf gesunde Kartoffelsämlinge wurden im Mai 1953 im Gewächshaus auf stolburkranke Tomatenunterlagen gepfropft. Die Farbe der Reiser war gelblicher, der Wuchs „gotisch" und mehr aufrecht als bei den Kontrollreisern. Der Wuchs der auf stolburkranken Tomaten gepfropften Kartoffelsämlinge war sehr schwach, ihre Blätter waren stark anthozyanhaltig, was bei den Kontrollsämlingen nicht der Fall war. Die auf stolburkranke Tomaten gepfropften Kartoffelsämlinge fingen nach 60 Tagen bei einer Temperatur von 18 bis 25° C an zu welken. Nur ihre Basalpartie blieb ungewelkt. Das Welken und das Absterben des Reises breitete sich, von der Spitze des Reises beginnend, aus. An der Basis der Reiser bildeten sich durchschnittlich zehn grüne Stolonen, an welchen sich auch Knollen (bis fünf in der Zahl, 1 × 1,5 bis 3 × 6 mm groß, violettgrün gefärbt) entwickelt haben (Abb. 15).

Abb. 15. Auf stolburkranke Tomatenpflanze gepfropfte gesunde Kartoffelsämlinge (mit Pfeilen bezeichnet). Prag, 1953

Dieser Versuch hat erneut den Beweis gebracht, daß das Absterben und das Verwelken der Kartoffelpflanzen sich als Folge der Stolburerkrankung (Suchov und Vovk 1946) einstellen können.

Versuche zur mechanischen Übertragung des Stolburvirus

Es ist längst bekannt, daß die Viren des Stolbur und der virösen Gelbsuchten auf dem üblichen Wege mechanisch nicht übertragbar sind. Man

zieht aus dieser Tatsache auch wichtige taxonomische Schlüsse (Ryžkov 1952). Weil es sich um eine bedeutungsvolle Sache handelt, experimentierten wir — und diese Arbeit setzen wir auch weiter fort — in dieser Richtung wiederholt weiter.

Im Verlauf der Jahre 1952 und 1953 haben wir mit der Methode von Rawlins und Tompkins gesunde junge Sämlinge folgender Pflanzen inokuliert.

1. *Carduus acanthoides*, 10 Pflanzen, Wuchsphase drei Blätter, Blätterlänge 1 cm, Saft der stolburkranken Tabakpflanze Sorte „Goldener Virginier" entnommen, unverdünnt. Ergebnis bisher unbekannt, die Pflanzen blühen noch nicht.

2. *Nicotiana tabacum* „Samsun", 20 Pflanzen, Wuchsphase drei Blätter, Blattspreitenlänge 0,5 cm, Saft der stolburkranken Tabakpflanze „Goldener Virginier" entnommen, zehn unverdünnt, zehn mit Wasser 1 : 10 verdünnt. Keine Symptome des Stolburs.

3. *Nicotiana tabacum* „Samsun", 10 Pflanzen, Wuchsphase wie bei 2., Saft entnommen den Pflanzen der *Scabiosa purpurea* hort., welche — siehe Symptomatik Nr .13 — im Velký Báb, Mittelslowakei, in der Nähe von stolburkranken Tomaten- und Tabakpflanzen vorkamen. Saft unverdünnt. Innerhalb von 14 Tagen nach der Impfung gingen vier Pflanzen ein, fünf wuchsen ohne Symptome des Stolburs. Eine Pflanze in drei Wochen nach der Impfung mit konvexen Interkostalflächen zwischen Blattnerven I. und II. Ordnung, ihre Blätter waren lichtgrün und die Gipfelblätter vorübergehend zurückgekrümmt. Im Jahre 1953 wurde diese Pflanze als Unterlage für einen gesunden Tomatensämling verwendet, dieser wurde als Seitenreis gepfropft. Das Tomatenreis wuchs „gotisch" und bildete eine verkümmerte Blüte mit vergrünter Krone. Diese Blüte fiel ab. Die Tabakpflanze bildete wenige, für Stolbur typische Blütenknospen, welche abfielen, ohne sich zu öffnen. Wie die Tabakunterlage reagierte auch das Tomatenreis serologisch positiv.

4. Dasselbe wie bei 3., jedoch der Saft mit Wasser mit 1 : 10 verdünnt. Pflanzen ohne Symptome des Stolburs.

5. *Nicotiana tabacum* „Samsun", 20 Pflanzen, Wuchsphase wie bei 2., Saft der stolburkranken *Nicotiana tabacum* „Goldener Virginier" entnommen, zehn unverdünnt, zehn 1 : 10 mit Wasser verdünnt. Pflanzen ohne Symptome des Stolburs.

6. *Nicotiana glauca*, 10 Pflanzen, Wuchsphase wie bei 2., Saft wie bei 5., unverdünnt, Ergebnis bisher unbekannt, die Pflanzen blühen noch nicht.

7. *Convolvulus arvensis*, 15 Pflanzen, Wuchsphase wie bei 2., Blattspreitenlänge 0,8 bis 1 cm, Saft wie bei 5., unverdünnt, Ergebnis bisher unbekannt, Blütenphase der Pflanzen noch nicht erreicht.

8. *Scabiosa purpurea* hort., 15 Pflanzen, Wuchsphase drei Blätter, Blattlänge bis 2 cm, Saft wie bei 5., unverdünnt. Ergebnis bisher unbekannt, Blütenphase der Pflanzen noch nicht erreicht.

9. *Nicotiana tabacum* „Samsun", 10 Pflanzen, Wuchsphase drei Blätter, Blattspreitenlänge 1 cm, Saft wie bei 5., unverdünnt. Pflanzen ohne Symptome des Stolburs.

10. *Nicotiana tabacum* „Samsun", 10 Pflanzen, Wuchsphase wie bei 9., Saft den mit Stolbur erkrankten *Convolvulus arvensis* entnommen, unverdünnt. Pflanzen ohne Symptome des Stolburs.

11. *Nicotiana tabacum* „Samsun", 10 Pflanzen, Wuchsphase wie 9., Saft entnommen dem *Chrysanthemum indicum* hort, Var. „Monastyr" Pflanze 801. Diese Pflanze hatte links proliferierten Blütenstand, die Blüten waren vergrünt. Wahrscheinlich handelt es sich um den europäischen Typus von „Aster yellows". Saft unverdünnt. Pflanze ohne Symptome der Gelbsucht.

12. *Nicotiana sylvestris,* 10 Pflanzen, Wuchsphase zwei Blätter, Blattspreitenlänge etwa 2 cm, Saft entnommen wie bei 11., unverdünnt. Sieben Pflanzen symptomlos. Drei Pflanzen von normalem Wuchs, die Blätter vorübergehend lichter, die Blüten normal, jedoch mit verkürzten Griffeln. Diese drei Pflanzen blieben samenlos.

In unserer Arbeit werden weitere Methoden der mechanischen Übertragung des zu inokulierenden Stolbursaftes zur Anwendung kommen. Den gegebenen Bericht halten wir für eine vorläufige Zusammenstellung, wobei aus den Versuchsserien Nr. 3 und 12 die mechanische Übertragung des Stolburs und der einheimischen virösen Gelbsuchterkrankung (Bojňanský-Blattný, 1953) uns unter gewissen Bedingungen (Passage durch ungewöhnlichen Wirt?) als möglich erscheint.

Notizen über die Überträger des Stolburvirus

I. Zur Taxonomie des *Hyalesthes obsoletus* Sign.

Diese Art wurde von Suchov und Vovk im Jahre 1945 als einziger Überträger des Stolburs im Süden der UdSSR erkannt. Die genannten Autoren vergleichen ihn mit Arten, welche in der Tschechoslowakei nicht vorkommen. Um *Hyalesthes obsoletus* von anderen ähnlichen Arten, welche bei uns einheimisch sind, unterscheiden zu können, bringen wir im folgenden seine Beschreibung, ihn gleichzeitig mit unseren, ihm ähnlichen, Arten vergleichend.

Familie *Cixiidae.* Bei der Determination einer verdächtigen Zikadenart müssen wir in erster Reihe entscheiden, ob es sich um eine in die Gruppe *Fulgoromorpha* gehörende Art handelt. Diese Gruppe zeichnet sich durch ihre Deckschuppen (Tegulae) aus, welche in den Hinterecken des Pronotums die Flügelbasis teilweise bedecken. Die Kopfkiele sind scharf begrenzt, das Pronotum ist am Hinterrand breit und rechteckig gebogen; diese beiden Merkmale sind typisch für die Familie *Cixiidae.*

Hyalesthes obsoletus ist verhältnismäßig ähnlich dem Männchen von *Calligypona pellucida* F. (Fam. *Araeopidae*). Er läßt sich jedoch leicht unterscheiden, weil alle Arten der Familie *Araeopidae* an der Insertionsstelle des ersten Tarsalgliedes der Hinterbeine einen langen beweglichen Dorn, das sogenannte Calcar besitzen. Dieses abgeflachte Calcar hat an seiner Kante

einen feinen, aus Zähnchen bestehenden Kamm. *Calligypona pellucida* pflegt kleiner und schlanker zu sein als *Hyalesthes obsoletus*.

Schon bei einer schwachen Vergrößerung kann man die Gattung *Hyalesthes* leicht von den verwandten Gattungen *Oliarius* Stål und *Cixius* Latr. unterscheiden: bei *Hyalesthes* ist das dritte Punktauge (Ocelle) nicht vorhanden. Andere Gattungen der Familie *Cixiidae* besitzen außer den Lateralocellen noch am unteren Ende des Mittelkiels der Stirn dicht am Clypeus noch diese dritte Ocelle. Dieselbe ist bei schwacher Vergrößerung oft schlecht sichtbar. Die Gattung *Cixius* hat am Scutum nur drei Kiele. Die Gattung *Oliarius* hat — ähnlich wie die Gattung *Hyalesthes* — fünf Kiele am Scutum. Diese Kiele sind bei *Oliarius* mehr ausgeprägt, bei *Hyalesthes* dagegen fließen sie mit der Oberfläche des Scutums zusammen (Abb. 16).

1 2 3

Abb. 16.
Habituell ähnliche Zikadenarten:
1 = *Hyalesthes obsoletus* Sign.,
2 = *Calligypona pellucida* F.,
3 = *Oliarius cuspidatus* Fieb.

Die Flügel und der Habitus des Kopfes sind bei *Oliarius* und *Hyalesthes* fast identisch. Die Kopulationsorgane sind verschieden, auch die Färbung ist für *Hyalesthes obsoletus* ziemlich typisch: Das Scheitelfeld, die Stirn, der Clypeus und das Scutum sind schwarz, matt glänzend, seitlich weiß begrenzt, die Kiele sind weiß, und das Pronotum ist weiß mit dunkleren Flecken hinter den Facettenaugen. Ähnliche Arten der Gattung *Oliarius*, welche an denselben Orten vorkommen, wie z. B. in Mitteleuropa *Oliarius cuspidatus* Fieber, haben gelbliche Seitenränder und Kiele, nur das Pronotum ist weißlich umrahmt.

Die Art *Hyalesthes obsoletus* kann man folgendermaßen charakterisieren: Schwarz pigmentierte Zikade, beide Flügelpaare durchsichtig, ohne Zeichnung, das Abdomen weit überragend. Das Pronotum — mit Ausnahme der seitlich gelegenen dunkleren Zeichnung in der Nähe des Vorderrandes hinter den Facettenaugen — ist licht elfenbeinweiß. Auch die Scheitelränder und die Gesichtspartien sind elfenbeinweiß. Die Facettenaugen sind dunkel. Zwei Ocellen sind bei der Fühlerbasis situiert. Das Stirnkielchen hat keine Fortsetzung am Clypeus, der Clypeus hat kein Kielchen, das Artmerkmal für *Hyalesthes obsoletus*. Die Extremitäten und die Bauchseite, insbesondere die

Ränder der Abdominalsegmente, sind dunkelbraun bis schwarz. Die Längenmaße der in der ČSR gesammelten Stücke: Weibchen 4,6 bis 5,3 mm, Männchen 3,9 bis 4,2 mm. Die äußeren Kopulationsorgane beschreibt MELICHAR (1896) wie folgt: Genitalsegment des Männchens schwarz, am Hinterrande mit einem gekrümmten gelblichen Dorn, im unteren Ausschnitt ein großer dreieckiger Zahn; Griffel nach oben winkelig gekrümmt, schnabelartig; Afterröhre bräunlich, mit einem braunen Strich. Beim Weibchen das vorletzte Bauchsegment flachwinkelig, das letzte flachbogig ausgebuchtet (Abbildung 17).

Abb. 17. Morphologisch charakteristische Merkmale des ♂ *Hyalesthes obsoletus:* 1 = Penis von der Seite, 2 = Penis von hinten, 3 = Stylus, 4 Analröhre (Orig. J. Dlabola)

II. Die Verbreitung des *Hyalesthes obsoletus*

Siehe die Karte, auf welcher die bisher veröffentlichten Funde eingezeichnet sind (Abb. 18).

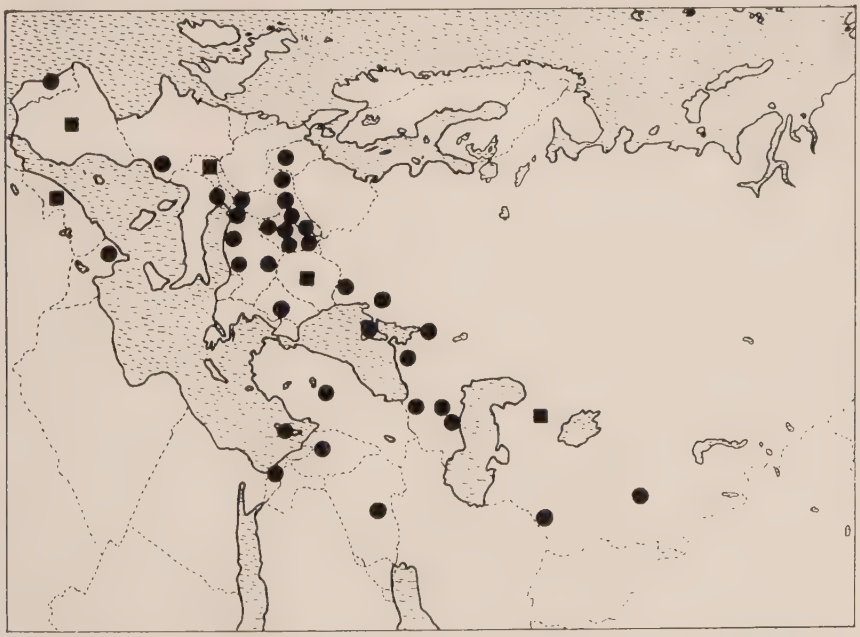


Abb. 18. Verbreitung des *Hyalesthes obsoletus* nach den Literaturangaben. Kreis-genaue Lokalität, Quadrat-Territorium des Auftretens mit ungenauen Angaben. (Orig. Dlabola & Brčák)

III. Zur Bionomie des *Hyalesthes obsoletus*

Ältere Nachrichten (Haupt, 1927, 1935 u. a.) erwähnen *Hyalesthes obsoletus* von Birken an sonnigen Lagen. Sonst waren die bionomischen Kenntnisse über *Hyalesthes obsoletus* sehr sporadisch.

Erst Suchov und Vovk (1946, 1948, 1949) haben die Bionomie des *Hyalesthes obsoletus* in der UdSSR beschrieben. Beim Beginn der Beobachtungen schien uns, daß diese Art in der ČSR auf die gleiche Art und Weise lebt wie in der UdSSR, obwohl es sich um ein Randgebiet ihrer Verbreitung handelt. Auf Grund unserer Freilandbeobachtungen und der Versuche mit chemischer Bekämpfung können wir aber bestimmte Abweichungen erwarten.

Die wichtigste Frage bildet die Abwanderung der Imagines von den Pflanzen, an deren Wurzeln die Nymphen von *Hyalesthes obsoletus* ihre Entwicklung durchmachen (z. B. von der Ackerwinde), an die Kulturpflanzen, insbesondere die der Familie der *Solanaceae*. Die im Boden überwinternden Nymphen werden, Anfang Juni beginnend, massenweise in der zweiten Junihälfte, zu Imagines (Suchov und Vovk, 1949). Die Imagines kopulieren, sobald sie den Boden verlassen haben, und verlassen teilweise die Ackerwinde. Die massenhafte Abwanderung, welche für das Umsichgreifen des Stolburs entscheidend ist, verläuft im Süden des europäischen Gebietes der UdSSR gegen Ende Juni und Anfang Juli und betrifft die überwiegende Zahl der Nachkommenschaft. In den dortigen Gebieten findet man gegen Mitte Juli die Imagines von *Hyalesthes obsoletus* nur selten. Die Zikaden, welche an der Ackerwinde geblieben sind, kriechen in den Boden und sterben ab. Die Ursache der Abwanderung (Suchov und Vovk, 1949) ist unbekannt. Die genannten Autoren polemisieren über die Möglichkeit des Einflusses der hohen Bodentemperatur, sie lassen die Möglichkeit offen, daß die Abwanderung durch die Notwendigkeit der Nahrungsänderung der Imagines hervorgerufen wird.

Im Jahre 1953 haben wir den Flug der ersten Imagines von *Hyalesthes obsoletus* in der Slowakei fast 14 Tage später beobachten können als im Jahre 1952. Es war dies die Folge des im Jahre 1953 herrschenden kühlen Wetters. Im Jahre 1953 haben wir *Hyalesthes obsoletus* auf der Ackerwinde gesammelt:

Böhmen (Mělník), 21. Juli, Eisenbahndamm, Weingarten, an demselben Ort stolburkranke Ackerwinden und Tomaten;

Südmähren (Mikulov, Valtice), 23. Juli, an demselben Ort stolburkranke Tabak- und Ackerwindenpflanzen;

Mittelslowakei (Senec), 26. Juni, Feldraine, dortselbst Stolbur bei verschiedenen Pflanzenarten häufig vorkommend;

Ostslowakei (Jablonov und Turňa), 22. Juli, Weingarten, Wiesen, Straßengräben, dortselbst stolburkranke Ackerwinden;

Ostslowakei (Trebišov), 30. Juni, fünf Weibchen, 14 Männchen entlang der Maisfelder, dortselbst 23. Juli zehn Weibchen, 21 Männchen, gleichfalls Stolbur am Tabak.

Die Zikaden wurden in verschiedensten Pflanzenassoziationen gefunden, an warmen, sonnigen und trockenen Standorten, stets an der Ackerwinde.

An den erwähnten Tagen und Orten wurden Individuen von *Hyalesthes obsoletus* auf anderen Pflanzenarten nur äußerst selten beobachtet. In der Nähe von Trebišov haben wir an ein und derselben Stelle *Hyalesthes obsoletus*, Weibchen und Männchen in fast demselben Verhältnis der Geschlechter, auf der Ackerwinde gegen Ende Juni wie auch in der zweiten Julihälfte gesammelt. Es handelte sich offensichtlich nicht um Individuen, welche im Juli an die Ackerwinde zur Eiablage zurückkehrten. Eine ähnliche Beobachtung führt Valenta (1953) aus der Umgebung der Stadt Slovenské Nové Mesto (Slowakei) an. Diese vorläufigen Beobachtungen geben uns Anlaß, die Frage der Abwanderung dieser Zikade in der ČSR zu revidieren.

Suchov und Vovk (1949) konstatieren, daß die Imagines von *Hyalesthes obsoletus*, wenn sie gezwungen sind, nur an der Tomate zu leben, früher sterben, als wenn sie an der Ackerwinde leben. In unseren Gewächshausversuchen starb die Mehrheit der Männchen nach vier, die der Weibchen längstens nach fünf Tagen. Man sah in der Südslowakei Tomatenbestände, die 50 bis 100% stolburkrank waren (Blattný, 1952). Man wollte daraus den Schluß ziehen, daß die Tomaten von *Hyalesthes obsoletus* gern besucht werden in der Annahme, daß diese Zikade der alleinige Vektor des Stolburs ist. Diese Frage verdient, wie es scheint, ein gründlicheres und von anderen Standpunkten ausgehendes Studium.

IV. Versuche der Übertragung des Stolburvirus mit Hilfe des *Hyalesthes obsoletus*

Im Jahre 1953 haben wir fast 100 Individuen von *Hyalesthes obsoletus* zur individuellen und weitere 20 zur Massenübertragung verwendet. Individuell verwendete Zikaden wurden in Silonkäfigen (Bročák-Pintera, 1955) gehalten. Vor der Übertragung an stolburkranke Tomaten wurden die *Hyalesthes obsoletus* 24 Stunden an gesunden Tomatenpflanzen gehalten, um zu kontrollieren, ob es sich nicht um bereits virustragende Zikaden handelte. Es wurden nämlich im Freiland gesammelte Zikaden zu diesem Versuch verwendet. Die Zikaden wurden in diesem Versuchsteil im Silonzylinder (Bročák, 1954) gehalten. Keine Kontrollpflanze zeigte charakteristische Symptome des Stolburs.

Der Aufenthalt der *Hyalesthes obsoletus* an stolburkranken Tomatenpflanzen betrug in der ersten Versuchsserie sechs Stunden. In dieser Serie befanden sich zehn Weibchen und 21 Männchen; Zeit: Ende Juli. In der zweiten Versuchsserie (60 Zikaden; Zeit: Ende Juni) dauerte der Aufenthalt an stolburkranken Tomatenpflanzen zwei Tage. Nachher wurden die einzelnen Zikaden in den Silonkäfigen auf die Ober- und Unterseite der Blätter der gesunden jungen Tomaten- und Tabakpflanzen übertragen. Alle Tabak- und Tomatenpflanzen der ersten Serie (sechs Stunden Saugdauer) blieben gesund. Aus der zweiten Versuchsserie (Saugdauer zwei Tage) haben wir eine positive Übertragung des Stolburs von der Tomaten- auf die Tabakpflanze bekommen. Dies betraf ein Weibchen, welches am 4. Juli auf der Blattunterseite saugte. Die äußeren Symptome der infizierten Tabakpflanze waren:

Wuchs des Blütenstandes sistiert, die Blüten hatten keine Kronen, sie fielen im November ab. Der Saft dieser Pflanze reagierte serologisch positiv.

Der Massenversuch wurde mit *Hyalesthes obsoletus* am 24. Juli in der Weise durchgeführt, daß wir 20 Imagines, überwiegend Weibchen, in einen Drahtkäfig (1 × 1,5 × 1,5 m) ausgesetzt haben. Im Käfig wuchsen: eine stolburkranke Tomatenpflanze, vier gesunde Tomatenpflanzen, drei gesunde *Nicotiana tabacum* „Samsun", drei gesunde *Scabiosa purpurea* hort., drei gesunde *Cirsium arvense*, drei gesunde *Taraxacum kok-saghyz* und vier gesunde *Convolvulus arvensis*. Bis zum Ende der Vegetationsperiode 1953 zeigte keine dieser Pflanzen Symptome des Stolburs.

V. Die Suche nach neuen Überträgern

Die mit Stolbur verwandte Virose, das australische „Big bud" (*Lycopersicum virus 5*) wird nach Hill (1943) durch die Zikade *Orosius argentatus* Evans übertragen. Suchov und Vovk, nachdem sie den Überträger des Stolburs (*Hyalesthes obsoletus* Sign.) im Süden der UdSSR im Jahre 1945 entdeckt hatten, schließen die Möglichkeit der Existenz weiterer Überträger dieser Krankheit nicht aus. Diese Annahme wurde darauf begründet, daß auch in den nördlicheren Gebieten der UdSSR, wo *Hyalesthes obsoletus* nicht mehr vorhanden ist, Stolbur existiert. In der ČSR gibt es Gebiete, wo der Stolbur an Kulturpflanzen vorkommt und ebenfalls *Hyalesthes obsoletus* bisher nicht festgestellt wurde.

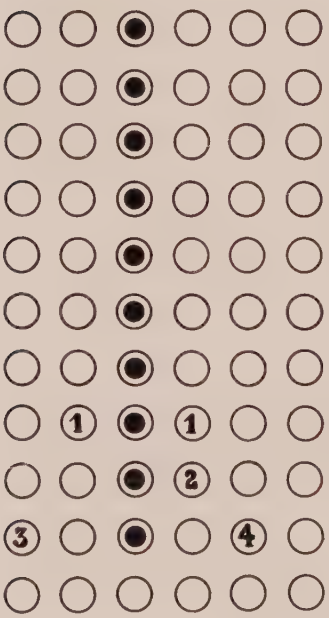


Abb. 19. Skizze des Tomatenbeetes, auf welchem es zur unkontrollierten Infektion mit Südstolbur kam. Doppelkreise = ausgesetzte südstolburkranke Tomatenpflanzen, Quelle der Infektion; leere Kreise = gesund gebliebene Tomatenpflanzen; Kreise mit Nummern = unkontrolliert mit Südstolbur infizierte Tomatenpflanzen. Siehe Text

Die Zikaden, welche in der ČSR auf den stolburkranken Feldbeständen der Kulturpflanzen am häufigsten vorkommen, gehören nach unseren Sammelergebnissen in die Gattungen: *Psammotettix, Macrosteles, Euscelis, Aphrodes* u. a. Diese Beobachtungen bewogen uns zu Infektionsversuchen mit Vertretern dieser Gattungen.

Die ersten Versuche, welche positive Ergebnisse gebracht haben, wurden in unserem Versuchsgarten in Prag XIX., Karlovka, wo *Hyalesthes obsoletus* bisher nicht festgestellt wurde, durchgeführt. Im Mai 1953 wurden in einer Reihe zehn stolburkranke Tomatenpflanzen (aus vegetativ vermehrten Stecklingen vom Jahre 1952 stammend und im Gewächshaus gehalten) ausgesetzt. Weitere Reihen gesunder Tomatenpflanzen haben wir in einer Entfernung von 60 cm gesetzt (Abb. 19).

Gegen Ende Juli zeigten die Gipfelpartien der Pflanzen Nr. 1 und 2 die Symptome des Stolburs: „Gotischen" Wuchs, Reduktion und Vergilbung der Blätter, Anthozyanverfärbung der Blätter, verkümmerte Kronen, Blüten nach dem Abblühen emporgerichtet. Mitte August zeigte ähnliche Symptome die Pflanze Nr. 3 und gegen Ende August die Pflanze Nr. 4. Diese beiden Pflanzen wuchsen nicht in unmittelbarer Nachbarschaft mit der stolburkranken Pflanzenreihe. Serologisch reagierten diese Pflanzen positiv (Abb. 20).

Am wahrscheinlichsten scheint uns die Erklärung, daß die Übertragung des Stolburs durch eine Zikadenart, welche an diesem Bestand von Anfang an lebte, zustande kam. Wir unterließen leider die Bestimmung dieser Arten zu der Zeit, als die Infektion stattfand.

Abb. 20. Gipfelpartie der mit Südstolbur unkontrolliert infizierten Tomatenpflanze. Prag, 1953. Siehe Text

Im Juli und August 1953 haben wir den Stolbur mit Hilfe der Zikade *Aphrodes bicinctus* Schrk. übertragen. Von 90 Versuchspflanzen gelang uns die Übertragung bei einer Tomaten- und vier Tabakpflanzen (Brčák, 1954). Die infizierten Pflanzen lieferten eine positive serologische Reaktion. Die äußeren Symptome des Stolburs zeigten sich im kälteren Klima viel später (nach 70 bis 80 Tagen), als es beim Südstolbur im heißen Sommer der Fall zu sein pflegt. Die Symptome konnte man allgemein als milder bezeichnen (Abb. 21).

Bei den Versuchen mit der Zikade *Macrosteles cristatus* Rib. haben wir Symptome erhalten, welche etwas abweichend und nur von vorübergehender Natur waren: nach 85 Tagen verkümmerten die Blütenkronen einer Tomatenpflanze. In diesem Fall halten wir den Beweis der Übertragung für unzulänglich.

VI. Zur Taxonomie und Bionomie des *Aphrodes bicinctus* Schrk.

Familie *Jassidae*. Die Art ist besonders durch ihren Sexualdimorphismus auffallend. Die Männchen sind 5 bis 6 mm, die Weibchen 6 bis 8 mm lang. Der Körper ist kahnförmig, der Kopf vorn leistenartig zugespitzt und winkelig abgerundet. Die Facettenaugen verbreitern den Kopf im Dreieck, so daß

Abb. 21. *Nicotiana tabacum* Samsun, infiziert mit Südstolbur mit Hilfe der Zikade *Aphrodes bicinctus*. Prag, 1953

der Kopf breiter als das querstreifige Pronotum ist. Das Pronotum ist am Hinterrand breit ausgebuchtet. Am Pronotum und Scutum ist das longitudinale Mittelkielchen teilweise entwickelt. Die Vorderflügel sind hautartig und am Rand leicht durchsichtig. Die Körperoberfläche ist bei beiden Geschlechtern dicht punktiert und uneben, das Pronotum ist in der Hinterhälfte gefurcht. Das Weibchen ist einfarbig, grau, gelb bis braunschwarz, schwarz gefleckt, das Männchen ist grau bis bräunlich, Scheitel und Pronotum weisen eine weiße Querbinde auf. Die Extremitäten sind licht bis braungefleckt. Besonders die Hintertibien sind mächtig bedornt (Abb. 22).

Aphrodes bicinctus kommt an verschiedensten Formationen vor, insbesondere in den Unkrautassoziationen der Feldbestände. Die Art ist häufig und weit verbreitet. Wir haben diese Art in der Slowakei schon am 26. Juni als Imagines gesammelt, stark ist das Auftreten dieser Art im Juli bis September. Die ökologische Valenz ist sehr breit, sie betrifft xerotherme wie auch feuchtere Lokalitäten.

Die serologische Untersuchung des Stolburs

Die Ähnlichkeit der in die Stolburgruppe gehörenden verschiedenen Virosen führte einerseits dazu, dieselben als ein Virus (*Lycopersicum virus 5* Samuel, Bald et Eardley) anzusehen, durch andere Autoren erfolgte eine Differenzierung (Suchov und Vovk, 1950). Es gab bisher keine anderen Vergleichskriterien als die Symptome der Wirtspflanze, den

a b

Abb. 22. a) Männchen des *Aphrodes bicinctus*, b) Weibchen des *Aphrodes bicinctus*

Wirtspflanzenbereich und die Überträger. Wir fanden keine Angaben über einen serologischen Vergleich, welcher die Lösung der taxonomischen Fragen dieser Virusgruppe ermöglichen könnte. Wir bringen hier einen vorläufigen Bericht über die antigenen Eigenschaften des Stolburs in der ČSR aus der Arbeit von Pozděna (1954).

Zur Feststellung antigener Eigenschaften des Stolburs haben wir Tabakpflanzen und Tomatenpflanzen verwendet, welche typisch stolburkrank waren und bei welchen durch Testprüfung am Tabak die Anwesenheit einer anderen Virose nicht festgestellt werden konnte. Der aus den stolburkranken Pflanzen ausgepreßte und durch Filtration gereinigte Saft (aufbewahrt bei — 10 ° C) wurde vor jeder Immunisation auf 37 ° C erwärmt und nachher Kaninchen im Verlauf von sechs Wochen intraperitoneal je 5 ccm Saft je Kaninchen einmal wöchentlich eingespritzt. Die gewonnenen Sera haben wir steril in Ampullen gefüllt und ohne Zusatz von Konservierungsmitteln bei 6 ° C aufbewahrt.

Tabelle 1

Geprüfter Saft:	Antistolbursera, gewonnen aus dem Blut der Kaninchen, welche mit dem Saft	
	des Tabaks	der Tomate
	immunisiert wurden	
1. einer stolburkranken Tabakpflanze	+++	—
2. einer gesunden Tabakpflanze	—	—
3. einer stolburkranken Tomatenpflanze	—	+++
4. einer gesunden Tomatenpflanze	—	—
5. der Tabakpflanze, welche mittels *Aphrodes bicinctus* infiziert wurde	++	—
6. der Tomatenpflanze, welche mittels *A. bicinctus* infiziert wurde	—	+++
7. der Tabakpflanze II., welche mittels *A. bicinctus* infiziert wurde	+++	—
8. der Tabakpflanze III., welche mittels einer Nymphe *A. bicinctus* infiziert wurde	+++	—
9. der Tabakpflanze, welche mittels *Hyalesthes obsoletus* infiziert wurde	+++	—
10. der Tabakpflanze, welche mechanisch mit dem Saft einer viruskranken *Scabiosa purpurea*-Pflanze infiziert wurde	++	—
11. des Tomatenreises, welches auf die Tabakpflanze 10 gepfropft wurde	+	—
12. mehrerer stolburkranker Tomatenpflanzen	—	+++

Erklärung: + schwache Praezipitation, ++ mittlere Praezipitation, +++ starke Praezipitation, — keine Praezipitation.

Zu den Sera haben wir den Saft gesunder Pflanzen derselben Art und physiologische Kochsalzlösung im Verhältnis 2 Teile Serum, 1 Teil Saft, 1 Teil physiologische Kochsalzlösung zugefügt. Das Präzipitat wurde abzentrifugiert, das Zentrifugat als Antistolburserum verwendet. Im Verlauf der Arbeit haben wir uns überzeugt, daß für die Präzipitationen stets nur frischer Saft zur Anwendung kommen darf.

Wir haben die Tropfenmethode verwendet, wobei wir das Serum, den Saft und die physiologische Kochsalzlösung im Verhältnis 2 : 1 : 1 gemischt haben. Die mikroskopische Untersuchung geschah bei 60facher Vergrößerung im Dunkelfeld. Deutliche Präzipitation ist sichtbar im Verlauf von 10 bis 20 Minuten bei einer Raumtemperatur von 18 bis 20 ° C. Gleichzeitig haben wir beobachtet, ob der Pflanzensaft allein bei dieser Raumtemperatur einer Präzipitation unterliegt. Die Kontrolle blieb negativ. Bezüglich der Ergebnisse der Präzipitationen sei auf die nachstehende Tabelle verwiesen.

Nach diesen Ergebnissen kommen wir zur Ansicht, daß der Stolbur antigene Eigenschaften besitzt, daß jedoch diese Eigenschaften spezifisch für dieselbe Pflanzenart sind. Vorläufig kann man also mittels Antistolburserum, welches aus dem Blut des mit Tabakstolbursaft immunisierten Kaninchens gewonnen wurde, den Stolbur bei den Tomatenpflanzen und umgekehrt nicht nachweisen. Die Übertragung des Stolburs mittels *Aphrodes bicinctus* und *Hyalesthes obsoletus* wurde serologisch bestätigt. Dasselbe betrifft den Fall *Scabiosa purpurea* (siehe Kapitel: Versuche mit mechanischer Übertragung des Stolburs).

Bekämpfungsversuche des Stolburs im Freiland

Suchov und Vovk (1949, 1952) haben folgende Grundlagen der Bekämpfung des Stolburs empfohlen und erfolgreich überprüft:

1. Behandlung der Kulturpflanzen mit Insektiziden zur direkten Bekämpfung der Überträger; 2. durch einen dichteren Pflanzenbestand auf einer Flächeneinheit den Prozentanteil der kranken Pflanzen zu vermindern; 3. den Überflug der Überträger durch Barrieren zu verhindern; 4. Resistenzzüchtung gegen Stolbur; 5. Bekämpfung der Unkräuter als natürliche Stolburreservoire. Blattný (1952) empfiehlt zeitiges Aussetzen und alle Maßnahmen, die eine rasche homogene Entwicklung der Pflanzen unterstützen. Kružilin (1953) empfiehlt eine reichliche Kalidüngung, er warnt vor einseitiger Stickstoffdüngung und betont die Bedeutung der Bewässerung und der Verminderung der übermäßigen Bodentemperaturen (z. B. durch Mulchverwendung).

Panjan (1950) hat gute Ergebnisse bei der Bekämpfung unter Verwendung von DDT und HCH gewonnen, ebenso gute Resultate lieferten die Versuche von Blattný (1952). Aus diesem Grunde haben wir im Jahre 1953 im größeren Maßstab folgende Versuche durchgeführt:

1. Velký Báb, Mittelslowakei. Kombinierter Versuch mit Bespritzung und Verwendung von *Scabiosa purpurea* als Fangpflanze. Im Jahre 1952 litt *Scabiosa purpurea* hort. an die-

sem Standort stark unter Vergrünungen und Proliferationen, Verkümmerung der Kronen und Hypertrophie der Kelche, so daß diese Pflanzen an das Krankheitsbild des Stolbur erinnerten (BLATTNÝ, 1952). Wir haben *Scabiosa purpurea*-Pflanzen zwischen die Randreihen des Tabaks, je 20 *Scabiosa*-Pflanzen in einer Reihe, ausgesetzt. In den angrenzenden Tabakreihen befanden sich 43 bis 53 Pflanzen. An den Nachbarrainen sind stolburkranke Ackerwindenpflanzen und *Hyalesthes obsoletus* gefunden worden.

Auf dem Nordrand des Tabakfeldes wurden am 28. Mai 1953 vier Reihen *Scabiosa purpurea*, am Südrand desselben Feldes am 18. Juni 1953 drei Reihen *Scabiosa purpurea* ausgepflanzt. Die am Nordrand wachsenden Scabiosen wurden mit 1 %iger Dynol-Emulsion (DDT-Präparat mit 20 % Wirkstoff) bespritzt: am 22. Juni alle vier Reihen, am 2. Juli nur die äußere und innerste Reihe, am 16. Juli nur die inneren zwei Reihen, am 30. Juli nur die äußere und innerste Reihe. Am Südrand wurden die Scabiosen mit demselben Präparat bespritzt: am 2. Juli nur die zwei Randreihen, am 17. Juli nur die Mittelreihe, am 30. Juli nur die äußere Randreihe.

Am Nordrand haben wir später nur zwei vergrünte *Scabiosa*-Pflanzen und unter den Nachbarpflanzen des Tabaks nur eine stolburkranke Pflanze festgestellt. Am Südrand war bei den Scabiosen keine vergrünte Pflanze zu verzeichnen. Unter den Nachbarpflanzen des Tabaks an diesem Südrand waren am 21. August vier stolburkranke Tabakpflanzen und am 1. Oktober 1953 sieben stolburkranke Tabakpflanzen zu verzeichnen.

Dieser Informationsversuch muß in viel größerem Maßstab wiederholt werden. Trotzdem scheint uns schon jetzt bemerkenswert, daß wir bei den früher ausgesetzten Scabiosen die Vergrünung verzeichnen konnten, welche wir als Stolbursrerscheinung erklären, und daß diese Vergrünung bei den später ausgesetzten Scabiosen nicht vorkam. Der Zusammenhang der größeren Anzahl der stolburkranken Tabakpflanzen (sieben) im Gebiet der später ausgesetzten Scabiosen scheint nahezuliegen.

2. Bespritzung, Tabakfelder

Velký Báb, Mittelslowakei, Var. „Goldener Virginier". Die Versuche wurden auf einem ein Kilometer entfernten Felde durchgeführt. Die Lage der

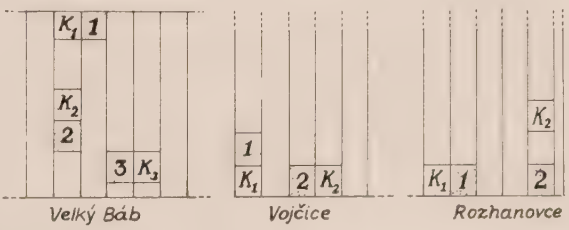


Abb. 23. Skizze, die im Jahre 1953 in der Slowakei durchgeführten Assanationsversuche darstellend. Punktierte Flächen = mit DDT-Emulsion bespritzte Teile, übrige Flächen unbespritzt. Siehe Text

Versuchsparzellen ist aus Abb. 23 zu ersehen. Jede Versuchsparzelle (36 Reihen, Reihenentfernung 70 cm, Entfernung der Pflanzen in den Reihen 50 cm) war 25 m lang und enthielt 1800 Tabakpflanzen.

Die Parzellen Nr. 1, 2 und 3 wurden alle am gleichen Tage dreimal (1. Juli, 16. Juli und 30. Juli 1953) mit 1 %iger Emulsion des Dynols bespritzt. Das Ergebnis ist aus Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2

Parzelle	Anteil der stolburkranken Tabakpflanzen in %	
	am 21.8.1953	am 1.10.1953
1	2,9	3,5
K_1	3,3	3,9
2	5,8	8,1
K_2	5,4	7,1
3	3,9	5,7
K_3	2,7	5,1

Den größten Mangel des Versuches sehen wir in dem geringen Prozentanteil der stolburkranken Tabakpflanzen. Das Ergebnis ist in keinem Fall eindeutig. Diese Uneinheitlichkeit ließe sich auch durch die verminderte Wirkung der Bespritzung in der Richtung zur Mitte des Feldes erklären. Wir sind daher der Ansicht, daß die Zikade schon an ihrer „Mutterpflanze", d. h. an der Ackerwinde und auf dem Boden, noch vor ihrem Übergang an die Tabakpflanze bekämpft werden sollte. Auch aus dem Grunde scheint uns diese Annahme richtig zu sein, weil bei raschem Wuchs der Tabakpflanzen die Zikaden leicht solche Gewebestellen finden können, die des Spritzbelages entbehren und daher für die Zikaden ungiftig sind. In unserem Falle könnte es sich aber auch um Spätinfektionen handeln, wie dies durch häufige sehr leichte, nur an der Verkürzung des Griffels bemerkbare Krankheitserscheinungen bewiesen wird.

Suchov und Vovk (1949) haben beobachtet, daß die Stolburerkrankungen am häufigsten in den Randgebieten der Felder vorkommen. In unseren Versuchen war das Gegenteil der Fall. Diese Feststellung bezeugt wiederum ein abweichendes Verhalten des Stolburs in unseren Gebieten. Die Ursache des stärkeren Auftretens des Stolburs in den inneren Teilen des Feldes wäre eher in seiner Beziehung zur Ackerwinde zu suchen.

Tabelle 3

Parzelle	Anteil der stolburkranken Tabakpflanzen in %	
	am 8.9.1953	am 30.9.1953
1	1,1	nicht gezählt
K_1	1,8	nicht gezählt
2	0,9	3,2
K_2	1,4	3,6

Tabelle 4

Parzelle	Anteil der stolburkranken Tomatenpflanzen in %	
	am 7.9.1953	am 30.9.1953
1	0,7	0,7
K_1	2,0	2,0
2	1,7	1,7
K_2	2,5	2,5

3. Bespritzung, Tabakfelder

Vojčice bei Trebišov, Ostslowakei, Var. „Debrecziner". Der Versuch wurde in analoger Weise angestellt. Zwei Doppelparzellen zu je 48 Reihen mit je 1770 Pflanzen wurden am gleichen Tage (30. Juni und 10. Juli 1953) mit 1%iger Dynolemulsion bespritzt. Ergebnis siehe Tabelle 3.

4. Bespritzung, Tomaten

Rozhanovce bei Košice, Ostslowakei. Die Versuchsparzellen hatten je 300 Pflanzen in 20 Reihen. Die Bespritzung beider Parzellen mit 2%iger Dynol-

emulsion erfolgte am gleichen Tage (30. Juni und 13. Juli 1953). Ergebnis siehe Tabelle 4.

In den Versuchen 3 und 4 ist beim Tabak wie auch bei der Tomate ein Unterschied zugunsten der bespritzten Parzellen ersichtlich. Trotz des geringen Anteils der stolburkranken Pflanzen scheint es, daß in den Versuchen 3 und 4 der Spritztermin besser gewählt wurde. Für den Erfolg der Versuche ist wohl die Feststellung des Flugtermins der Zikaden entscheidend.

Zur Frage der Virosen der Ackerwinde

Die Frage der Viruserkrankungen von *Convolvulus arvensis* L. scheint uns zur Lösung reif zu sein, allein aus dem Grunde, weil *Convolvulus arvensis* sich als wichtigste Herdpflanze des Stolburs erwiesen hat.

Floristisch halten wir *Convolvulus arvensis* in der ČSR für eine wärmeliebende Pflanze, welche in den podsolierten Lagen viel seltener ist als in den humusreichen Böden warmer Gebiete. In den Randgebietszonen und in kühleren Lagen, in welchen die Ackerwinde eine verhältnismäßig seltene Pflanze ist, zeigt sie selten Symptome der Viruserkrankungen. Diese finden wir jedoch allenthalben häufig, ja sogar sehr zahlreich in den wärmeren Lagen Böhmens, Mährens und der Slowakei.

Diese Virusanfälligkeit ließ sich bei *Convolvulus arvensis* erwarten, es handelt sich ja um eine nahe mit *Cuscuta* verwandte Gattung, deren virusübertragende Rolle Bennet (1940) bewiesen hat. Die viröse Stolburerkrankung bei *Convolvulus arvensis* haben Suchov und Vovk in mehreren Arbeiten bewiesen.

In Böhmen haben wir folgende an Virosen erinnernde Erkrankungen des *Convolvulus arvensis* beobachten können:

a) Nervenmosaik, auch Anastomosen entfärbend; die gelben Gewebepartien fließen in schweren Fällen zusammen (Blattný, 1930). Mechanisch erwies sich dieses Mosaik auf *Nicotiana tabacum* „Samsun" als nicht übertragbar. Im Jahre 1953 rief Pozděna (unveröffentlicht) bei mechanischer Übertragung des eingeriebenen Saftes bei der Weinrebe (*Vitis vinifera*) Symptome hervor, welche an das Mělníker Weinrebenmosaik (*Vitis* virus 1) erinnerten.

b) Interkostale Gelbsucht wurde im Jahre 1953 mechanisch mit Safteinreibung (Blattný sen. und Blattný jun., unveröffentlicht) auf die Zuckerrübe übertragen. Es wurden Symptome hervorgerufen, welche mit den Symptomen des Rübenmosaiks identisch waren.

c) Kräuselung und wellige Deformation der Blätter, verhältnismäßig selten; die viröse Natur dieser Erscheinung ist bisher nicht bewiesen.

d) Erkrankungen des Stolburtypus. Die Pflanzen sind schwachwüchsig, meistens von gelblicher Farbe, stark verzweigt, oft aufrecht wachsend, die Gipfel häufig anthozyanverfärbt, die Form der Blätter ist oft

eiförmig (die Basisbuchten fehlen); die kranken Pflanzen blühen meistens überhaupt nicht, und dieser Mangel an Blüten ist in der ČSR bei *Convolvulus arvensis* das sicherste Merkmal der Stolburerkrankung. In seltenen Fällen, in welchen die stolburkranken *Convolvulus arvensis* blühen, bilden sie nur wenige verkümmerte Blüten mit rudimentären Kronen. Gesicherte Unterschiede zwischen Erkrankungen bei *Convolvulus arvensis* in den Lagen, in welchen der Südstolbur und sein Überträger, *Hyalesthes obsoletus* vorkommen, und solchen in den Lagen, in welchen der Südstolbur und *Hyalesthes obsoletus* nicht vorkommen, haben wir nicht verzeichnen können. Die Unterschiede (Gelbsucht, Anthozyanbildung, Wuchsverkümmerung) sind nur quantitativer Art.

Convolvulus arvensis stellt sich uns offensichtlich als Versuchspflanze ersten Ranges vor. Unsere Erfahrungen beim Anbau der Ackerwinde im Gewächshaus lehren, daß bei vegetativer Vermehrung die Pflanzen feine Wurzeln haben müssen, sonst sterben sie ab. Bei unseren Versuchen arbeiten wir in erster Reihe mit jungen Sämlingen. Die frisch geernteten Samen keimen in leichtem Gartenboden bei 25 ° C zum Teil schon nach drei bis vier Tagen und fast 100%ig im Laufe von drei Monaten. Bei mehr als 90 % der jungen Sämlinge stirbt bei Anbruch des Winters (ohne Rücksicht auf die Temperatur, unsere Erfahrungen wurden im Gewächshaus bei einer Temperatur von 11 ° bis 12 ° C gewonnen) der oberirdische Teil der Pflanze ab; am Leben bleiben nur die unterirdische Partie und der unterste Teil des Sprosses, an welchem sich aus den neugebildeten Knospen die Pflanze verjüngt.

Es erwächst uns hier eine Fülle von Problemen: Sind die Stolburerkrankungen der Ackerwinde durch ein und dasselbe Virus oder durch mehrere selbständige Virusarten bewirkt? Bleiben diese Virosen nur auf *Convolvulus arvensis* beschränkt, oder auf welche weiteren Pflanzenarten können diese Viren übergehen? Auf welche Weise geschieht dies, und mit Hilfe welcher Insektenüberträger? Spielen die Erkrankungen des Stolburtypus bei *Convolvulus arvensis* irgendeine Rolle, und welche bei der Differenzierung dieser Viruskrankheitsgruppe in den südlichen, den nördlichen Stolbur und in die Virusgelbsuchten?

Einer unter vielen anderen Schlüsseln zur Beantwortung dieser Fragen ist wohl in der Vektorenfrage zu suchen: Die Zikadenfauna, welche wir an *Convolvulus arvensis* in den Gebieten gesammelt haben, in welchen die Erkrankungen des Stolburtypus vorkommen, ist verhältnismäßig sehr reich. Die Versuche, mittels dieser verschiedenen Zikadenvektoren die erwähnten Erkrankungen zu übertragen, sind im Gange.

Das Verhalten der mit Stolbur und „europäischer" Gelbsucht infizierten Pflanzen bei Änderung des Standortes

Wir haben, um diese Frage zu lösen, folgende Versuche unternommen:

1. Im September 1952 haben wir stolburkranke Tomatenpflanzen aus Brünn, Mittelmähren, nach Prag gebracht und diese Pflanzen im Gewächshaus

durch Stecklinge vegetativ vermehrt. Diese Pflanzen wiesen typische Merkmale des Südstolburs auf, wenn sie unter trockenen und warmen Umweltbedingungen wuchsen; nach ihrer Übertragung in feuchtere und kühlere Umweltbedingungen im Gewächshaus, wie im Freiland, veränderte sich der Habitus der Pflanzen: die Reduktion der Fiederblättchen war milder, die Anthozyanbildung blieb aus, es bildeten sich mehrere Blüten, die Kronen waren jedoch auch weiter verkümmert; trotzdem blieben sie bei weiterer vegetativer Vermehrung stolburkrank, was durch Pfropfungsversuche bewiesen wurde.

2. Aus der Süd- und Mittelslowakei haben wir mittels Flugzeug mehrere Dutzend von südstolburkranken Pflanzen (*Datura stramonium, Nicotiana tabacum* var. „Goldener Virginier" und in voller Vegetation *Cichorium intybus*) nach Prag gebracht und sofort nach dem Eintreffen in unserem Versuchsgarten in Prag-Dejvice ausgepflanzt. Alle Pflanzen blieben am Leben und zeigten, vom Jahre 1952 im Anbau, vegetativ vermehrt (*Datura stramonium, Nicotiana tabacum*) oder als Wurzelpflanzen (*Cichorium intybus*) typische Stolbursymptome. Dasselbe gilt für die von Mělník nach Prag im Jahre 1953 und von Brünn nach Prag im Jahre 1952 übertragenen, an Südstolbur erkrankten Tomatenpflanzen.

3. An viröser Gelbsucht erkrankte Pflanzen des *Taraxacum kok-saghyz* wurden aus der Nordslowakei in derselben Weise nach Prag geschickt und in unserem Prager Versuchsgarten ausgesetzt; 32 Pflanzen gingen schon im gleichen Jahre zugrunde, eine einzige blieb am Leben. Diese Pflanze war im nächsten Jahre habituell gesund, obwohl sie im Vorjahre typische Symptome der Gelbsucht (deformierte gelbliche Blätter, Proliferation und Vergrünung der Blütenstände) aufwies.

Auch die an Ort und Stelle in Velká Lomnica (Nordslowakei) vegetativ vermehrten, an viröser Gelbsucht erkrankten Pflanzen des *Taraxacum kok-saghyz*, zeigten in der Nachkommenschaft im nächsten Jahre keine typischen Symptome der Gelbsucht und wuchsen ohne Störungen.

4. An viröser Gelbsucht erkrankte Pflanzen des *Taraxacum officinale*, aus der Nordslowakei in derselben Weise nach Prag geschickt — es handelte sich um mehrere Dutzend Pflanzen —, starben bald und ohne Ausnahme in den Jahren 1952 und 1953 ab.

5. Dasselbe gilt für die an derselben Krankheit leidenden *Cirsium arvense*-Pflanzen, welche aus der Nordslowakei nach Prag verschickt worden waren.

6. Bei den an Ort und Stelle umgepflanzten, an viröser Gelbsucht erkrankten Pflanzen des *Cirsium arvense* in der Nordslowakei (Velká Lomnica) und des *Chrysanthemum indicum* hort. kam es zu keinen Störungen des Wachstums. Die Pflanzen zeigten im nächsten Jahre dieselben oder noch schwerere Krankheitssymptome als im Vorjahre — *Cirsium arvense* Proliferation und Vergrünung der Blütenstände, *Chrysanthemum indicum* im Jahre 1952 Blütenverfärbung, im Jahre 1953 Proliferation und Vergrünung der Blütenstände.

Vom virogeographischen Standpunkt (worauf wir noch eingehender zu sprechen kommen werden) kann uns folgendes nicht entgehen: a) das Verhalten der umgepflanzten Pflanzen ist verschieden; b) die Pflanzen, welche an einer Virose leiden, die am Standort der Umpflanzung einheimisch ist, wachsen normal weiter und haben dieselben Symptome der Viruserkrankung, die sie am ursprünglichen Anbauort hatten; c) die Pflanzen, welche an einer Virose leiden, die am Standort der Umpflanzung nicht einheimisch ist, sterben ab, und wenn sie — in seltenen Ausnahmen — am Leben bleiben, zeigen sie keine oder veränderte äußere Symptome der virösen Erkrankung.

Diskussion

Die Stolburerkrankungen der Solanaceen in der Tschechoslowakischen Republik sind nur teilweise als Erkrankungen, die in Ausbreitung begriffen sind, anzusehen. Dies gilt z. B. nicht für das mehr pannonische Gebiet, besonders für die Slowakei, wo man eher von Zyklusbewegungen, bedingt durch zahlenmäßige Vermehrung der Überträger und durch weitere Bedingungen der Umwelt, sprechen kann. Eine solche Periode stellte sich im Tabakbau in den slowakischen Gebieten z. B. in den Jahren 1933 bis 1935 ein. In dieser Periode war der Anteil stolburkranker Tabakpflanzen viel größer als vor und nach diesen Jahrgängen. Die starke Vermehrung der Ackerwinden — wie wir dieselbe z. B. heutzutage beobachten können — trägt zum stärkeren Auftreten des Stolburs entschieden bei. Anders ist die Situation in Böhmen, wo diese Erkrankungen an Solanaceen, z. B. an den Tomaten, entschieden als neue, bis zum Jahre 1952 unbekannte und nicht beobachtete Krankheiten zu halten sind. Sie konnten der Aufmerksamkeit der Virologen entgehen, wir halten es jedoch für ausgeschlossen, daß sie der Aufmerksamkeit der Tomatenanbauer entgangen wären. Es waren die Tomatenanbauer, welche uns — unabhängig von unseren Studien — auf diese für sie neuen und in ihrer jahrzehntelangen Praxis nie gesehenen Erscheinungen aufmerksam gemacht haben.

Es scheint uns vorläufig unmöglich, doch der vollen Mühe wert, wie in biologischer so auch in praktischer Hinsicht, die Ursache oder die Ursachen einer solchen „Entstehung der Krankheit" aufzufinden. Bei der Suche danach können wir unberücksichtigt lassen, ob der klassische Überträger des Stolburs, *Hyalesthes obsoletus*, in Böhmen schon früher existierte. Diese Frage können wir wohl positiv beantworten. Das Interesse der Entomologen für die virologisch so wichtige Zikadengruppe war bisher gering. Das häufige Auftreten der mit Stolburerkrankungen behafteten Ackerwinden beweist wohl, daß diese Krankheiten in ihren natürlichen Wildpflanzenstandorten in Böhmen schon vor dem Jahre 1952 existierten. Eine genaue Analyse dieser Krankheitsgruppe bei den Ackerwinden und der bionomischen Gesetzmäßigkeiten der Insektenvektoren wird es erst erlauben, festzustellen, warum sich die genannten Krankheiten, beginnend mit dem Jahre 1952, von den Wildpflanzen auf die Kulturpflanzen verbreitet haben. Dabei werden wir die Möglichkeit

der Verschleppung der virusinfizierten Zikaden, z. B. aus der Slowakei nach Böhmen, zu beachten haben.

Wir können diese Diskussion nicht beenden, ohne den ungewöhnlichen Begriff „Virogeographie" anzuwenden. Auf die Bedeutung der Geographie beim Studium der Viren hat KLINKOWSKI (1953) aufmerksam gemacht. Analog, wie Phytogeographie und Zoogeographie, ist wohl auch die Virogeographie berechtigt, einige allgemein-biologische und praktisch wichtige Probleme zu lösen. Die Virogeographie hat mit der Zoo- und Phytogeographie gemeinsame Züge: das Zentrum des Auftretens der Viren und der Virosen im Zusammenhang mit ihren Vektoren, Ausläufer und isolierte Enklaven, die Variabilität der Viren und der Virosen im Zusammenhang mit ihrer geographischen Verbreitung usw. Die Einheit des Virus mit seiner Umwelt ist hier besonders ausgeprägt: Die Viren besitzen keinen selbständigen Stoffwechsel, sondern beteiligen sich an dem Metabolismus ihrer Wirtspflanzen. Daher stellt die Virogeographie einen komplizierteren Begriff dar als die Phyto- und Zoogeographie: die Viren besitzen ja zweierlei Umweltbedingungen, die breiteren, äußeren, ähnlich wie die Pflanzen und Tiere, und die engeren, inneren, die Wirtspflanze. Eine weitere Komplikation ist dann das bekannte Verhältnis der Viren zu ihren Vektoren.

Es gehört nicht in den Rahmen dieser Arbeit, zahlreiche Beispiele der virogeographischen Applikationen anzuführen. Einige virogeographische Erwägungen zu unserem Thema halten wir jedoch für interessant.

„Big bud"- *Lycopersicum*virus 5 kommt in Australien, auf den Philippinen, im Malayischen Archipel und auf den Inseln des Stillen Ozeans vor. Sein Auftreten in Indien (THOMAS und KRISHNASWAMI, 1939) bedarf der Bestätigung. Vektor ist die Zikade *Orosius argentatus.*

Eine symptomatologisch ähnliche Viruserkrankung kommt im südlicheren Teil des nordamerikanischen Kontinentes und auf den Antillen vor. Der Insektenüberträger wurde bisher nicht festgestellt, man kann annehmen, daß es sich mit Bestimmtheit um eine oder mehrere Zikadenarten handelt.

Der Südstolbur oder der eurasische Stolbur wurde in Kasachstan, im südlichen Teil des europäischen Territoriums der UdSSR, in Bulgarien, Jugoslawien, Ungarn, ČSR (äußerste Westgrenze Žatec [Saaz] in Westböhmen) konstatiert. Bestimmt wird man auch den Südstolbur feststellen können in der Schweiz, Österreich, Deutschland, Polen, Frankreich, Italien, Spanien, Portugal, wahrscheinlich auch in Nordafrika, Israel und Syrien. Es scheint weiter, daß der Südstolbur auch in China vorkommt. Im großen und ganzen entspricht das Auftreten des Südstolburs dem Auftreten des klassischen Überträgers, der Zikade *Hyalesthes obsoletus,* wobei das Auftreten des letztgenannten durch weitere Funde zu ergänzen ist. Die Sache wird jedoch kompliziert durch den Fund eines neuen Vektors, der Zikade *Aphrodes bicinctus.*

In den mittleren Zonen des europäischen Territoriums der UdSSR, z. B. in der geographischen Breite Moskaus, wird der Südstolbur durch den Nordstolbur ersetzt. Der Nordstolbur (SUCHOV und VOVK) wird durch *Hyalesthes*

obsoletus nicht übertragen. In den Gebieten, in welchen der Nordstolbur vorkommt, kommt die genannte Zikade nicht mehr vor. Nach Suchov und Vovk (1946) wird der Nordstolbur wahrscheinlich durch eine Spezies aus der Zikadengattung *Macrosteles* übertragen.

Hier trifft die Gruppe des Stolburs mit der Gruppe der Virusgelbsuchten (beide Guppen können für Untergruppen der „Virussamenlosigkeit" gehalten werden) zusammen.

Die virösen Gelbsuchten sind in der Welt bisher durch zwei große Typen repräsentiert:

a) amerikanische Gelbsucht, „aster-yellows" mit 25 Vektoren, durchweg Zikadenarten, mit dem klassischen *Macrosteles fascifrons* (*divisus*);

b) europäische Gelbsuchten, von denen zuerst die Gelbsucht des Koksaghyz (*Taraxacum kok-saghyz*) beschrieben wurde und zu welchen viele andere „Samenlosigkeiten", besonders aus der Familie der Kompositen, gehören. Die Art *Macrosteles 4-punctulatus* wurde als Überträger der Koksaghyzgelbsucht festgestellt (Suchov und Vovk, 1945). Diese und andere Zikadenarten werden von uns als Überträger der Koksaghyzgelbsucht und anderer Gelbsuchten dieser Gruppe verdächtigt.

In der Tschechoslowakei haben wir folgendes festgestellt:

In der Süd- und Mittelslowakei ist der Südstolbur häufig, selten sind die virösen Gelbsucht-„Samenlosigkeiten".

In der Nordslowakei ist der Südstolbur selten, er tritt dort fast nur in den warmen Nordsüdtälern auf, dagegen sind dort häufig viröse Gelbsucht-„Samenlosigkeiten".

In Böhmen kommt Südstolbur nur in den wärmsten Gebieten vor; die virösen Gelbsucht-Samenlosigkeiten sind hier selten, und sie gehören meist zu einem von den in der Slowakei bekannten Typen. In Böhmen kommen diese Erkrankungen in denselben oder Nachbarlagen des Südstolburs vor.

Daraus ergibt sich auch die Problematik: Veränderung — als Folge der Veränderung der Umweltbedingungen — des Südstolburs in den Nordstolbur; Versuche, das Virus durch Vermittlung des Vektors und des Pflanzenwirtes zu verändern; das gegenseitige Verhältnis zwischen Südstolbur einerseits und Nordstolbur und Gelbsucht-Samenlosigkeiten andererseits zu klären.

Die Problematik dieses ganzen Komplexes ist eine sehr umfangreiche. Nur flüchtig wollen wir noch auf eine Frage hinweisen, welche die virösen Gelbsucht-Samenlosigkeiten vieler Kompositen und anderer Pflanzen betrifft. Die Anwesenheit von Rüßlerlarven in den Stengeln vieler solcher Pflanzen ließ die Möglichkeit offen, daß telemorphisch durch die Tätigkeit dieser Larven die bekannten Anomalien der Blüten (Proliferation, Vergrünung usw.), z. B. bei *Cirsium arvense*, zustande kommen. An umfangreichem Material haben wir konstatiert, daß das nicht der Fall ist, weil die genannten Käfer-

larven im Gewebe normaler und viruskranker Pflanzen vorkommen. Diese Larven bewirken also diese Anomalien nicht. Ihre Rolle als Virusüberträger kommt kaum in Betracht.

Zusammenfassung

1. Die Stolburerkrankung der Solanaceen war in der ČSR schon mehrere Jahre bekannt, als Viruserkrankung wurde sie von uns erst im Jahre 1951 identifiziert. Im Laufe der Jahre 1952 und 1953 haben wir diese Virose und ihren klassischen Überträger, die Zikade *Hyalesthes obsoletus* auf dem Territorium der ČSR, in der Slowakei, in Mähren und in Böhmen festgestellt.

2. Die Forschung über die Verbreitung des Stolburs kann man in erster Linie stützen auf das Auftreten der stolburkranken Ackerwindenpflanzen (*Convolvulus arvensis*). Der Stolbur ist insbesondere in den Gebieten zu suchen, in welchen die Weinrebe gedeiht oder gedeihen kann.

3. Es wird in kürzester Form die Symptomatologie des Südstolburs bei folgenden Pflanzenarten beschrieben: *Lycopersicum esculentum, Nicotiana tabacum, Nicotiana sylvestris, Capsicum annuum, Solanum tuberosum, Datura stramonium, Convolvulus arvensis, Lepidium draba, Cichorium intybus, Helianthus annuus, Scabiosa purpurea* hort., *Cirsium arvense* und für Nordstolbur gehaltene Virosen bei *Lycopersicum esculentum, Cirsium arvense* und *Cichorium intybus.* Es werden die Symptome der europäischen Gelbsucht beschrieben bei *Taraxacum kok-saghyz, Taraxacum officinale, Cirsium arvense, Matricaria maritima* und *Chrysanthemum indicum.*

4. Der Südstolbur ging von der kranken Unterlage auf das gesunde Reis über:

a) von der Tomatenpflanze auf das Tomatenreis, im Gewächshaus, Inkubationszeit 65 Tage bei 18 bis 20 ° C;

b) von den Tomatenpflanzen auf die Tabakreiser der *Nicotiana tabacum* „Samsum" und *Nicotiana sylvestris;* bei der letztgenannten Art wurden die morphologischen Symptome nur in geringem Maße hervorgerufen;

c) von den Tomatenpflanzen auf die Reiser der Kartoffel; dadurch wurde neuerdings bewiesen, daß das Welken der Kartoffelpflanzen auch unter mitteleuropäischen Umweltbedingungen virösen Ursprung haben kann.

Diese Pfropfungsmethode liefert die Möglichkeit, die Tabakhybriden auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Stolbur am verläßlichsten zu prüfen.

5. Die Versuche mit der auf übliche Weise (Rawlins-Tompkins) durchgeführten mechanischen Übertragung des Stolburvirus brachten folgende Ergebnisse:

a) negative bei der Übertragung von Tabak auf Tabak, von Ackerwinde auf Tabak, von *Chrysanthemum indicum* (hier handelt es sich um eine an

europäischer Gelbsucht erkrankte Pflanze) auf Tabak und von *Scabiosa purpurea* auf Tabak, wenn der Saft mit Wasser verdünnt wurde;

b) vorläufig nicht feststellbare bei der Übertragung von Tabak auf *Carduus acanthoides, Nicotiana glauca, Convolvulus arvensis* und *Scabiosa purpurea;*

c) teilweise positive oder Erfolg versprechende bei der Übertragung von *Scabiosa purpurea* auf Tabak mit unverdünntem Saft und von *Chrysanthemum indicum,* welches gelbsuchtkrank war, auf *Nicotiana sylvestris.*

Die Passage durch einen ungewöhnlichen Pflanzenwirt kann hierbei eine bedeutende Rolle spielen.

6. Über den zuerst in Europa bekannten Stolburüberträger *Hyalesthes obsoletus* bringen wir folgende Bemerkungen:

a) taxonomische zum Zweck der Differenzierung der genannten Art von anderen, ähnlichen Zikadenarten;

b) über seine geographische Verbreitung;

c) über seine Bionomie, welche sich als von den in der UdSSR herrschenden Verhältnissen in Mitteleuropa etwas abweichend in der Frage der Migrationen gezeigt hat.

7. Es wird berichtet über Versuche mit der Übertragung des Stolbur mittels *Hyalesthes obsoletus,* welche in einem Falle ein positives Ergebnis gebracht haben.

8. Die Infektion mit Stolbur, wahrscheinlich vermittelt durch eine unbestimmte Zikadenart, fand in unserem Versuchsgarten in Prag-Dejvice an gesunden Tomatenpflanzen statt, zwischen welche stolburkranke Tomatenpflanzen ausgesetzt worden waren; es gab keinen *Hyalesthes obsoletus* in diesem Garten.

9. Wir haben im Juli und August 1953 die Stolburerkrankung in geringem Anteil von der Tomate auf den Tabak und von der Tomate auf die Tomate mittels Nymphen und Imagines der Zikade *Aphrodes bicinctus* übertragen. Die Inkubationszeit betrug in diesen Fällen 70 bis 80 Tage. Es wird eine kurzgefaßte Taxonomie und Bionomie des *A. bicinctus* gegeben.

10. Die serologische Untersuchung des Stolburs, welche für die Taxonomie der Virosen dieser Gruppe von Wichtigkeit ist, brachte vorläufige positive Resultate. Die Antistolbursera, welche aus dem Blut von mit Tabaksaft immunisierten Kaninchen gewonnen wurden, gaben die Präzipitationsreaktion nur mit dem Saft stolburkranker Tabakpflanzen, jedoch nicht mit dem Saft kranker Tomatenpflanzen und umgekehrt. Positiv war die Präzipitation bei dem Paar: Antistolburserum der Tomate + Saft der Tomate.

11. Die Versuche mit *Scabiosa purpurea,* welche als Fangpflanze und Indikator der Infektion auf dem Felde verwendet wurde, sind zwar hoffnungsvoll, sie bieten jedoch wegen des geringen Prozentanteils kranker Tabakpflanzen keinen sicheren Beweis der vollen Brauchbarkeit dieser Methode.

12. Die direkte Assanation der Feldbestände durch Bespritzung mit DDT-Präparaten lieferte ein zwar positives, jedoch unzureichendes Ergebnis in zwei Fällen (bei Tabak und Tomate), in welchen die Wahl der Bespritzungstermine der Phänologie des *Hyalesthes* mehr entsprach. Man konnte daraus den Schluß ziehen, daß es notwendig sein wird, die Assanation gegen *Hyalesthes* schon auf die Ackerwinde zu richten.

13. Es werden die Virosen der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) besprochen, die eine wichtige Herdpflanze darstellt, nicht nur was den Stolbur, sondern auch andere Virosen betrifft. Es sind dies:

a) Nervenmosaik, dessen Zusammenhang mit dem Weinrebenmosaik nicht unmöglich erscheint;

b) interkostale Gelbsucht, die, mechanisch auf Zuckerrübe übertragen, bei der letzterwähnten Mosaik hervorruft;

c) Kräuselung und wellige Deformation der Blätter — der Viruscharakter dieser Erkrankung wurde bisher nicht bewiesen;

d) Stolburtypuserkrankungen. Wir fanden keine qualitativen Unterschiede in der Symptomatologie dieser Erkrankungen in den Gebieten, in welchen der Stolbur an Kulturpflanzen vorkommt und in den Gebieten, wo er nicht nachgewiesen werden konnte.

14. Wir bringen Bemerkungen zu den Versuchen mit der Ackerwinde als virologischer Versuchspflanze.

15. Die stolbur- oder gelbsuchtkranken Pflanzen verhalten sich nach ihrer Umpflanzung auf einen anderen Standort verschieden, je nachdem, ob an dem neuen Standort oder in seiner Umgebung die ursprüngliche viröse Erkrankung vorkommt oder nicht.

16. Die Erweiterung des Stolburareals der Kulturpflanzen — welche auf klimatisch geeignete Gebiete beschränkt ist — wird bedingt durch die Verbreitung der virophoren Überträger und durch die Anwesenheit geeigneter Herdpflanzen. Der Anteil von stolburkranken Ackerwinden trägt wohl in entscheidendem Maße zur Bestimmung der künftigen Infektionen bei.

17. Es wird der Begriff Virogeographie eingeführt, und es werden die Beispiele seiner Applikation im Falle des behandelten Themas angegeben.

18. Die Einwirkung der im Stengel vieler Kompositen parasitierenden Rüßlerlarven hat mit der Gruppe der Gelbsuchtvirosen nichts Gemeinsames.

Zum Schluß unserer Arbeit sprechen wir unseren herzlichsten Dank aus unseren Mitarbeitern und den Institutionen, welche unseren Versuchsarbeiten usw. in tatkräftigster Weise entgegengekommen sind, d. h. Václav Hervert, Ing. Jarmila Sovobodová, Mudr František Horálek, den an der Arbeit beteiligten Fachleuten aus dem Tabakforschungsinstitut in Velký Báb und aus dem Landwirtschaftlichen Kontrollinstitut in Košice.

Literaturverzeichnis

1. Baudyš, E., 1933: Fytopathologické poznámky VIII. (za rok 1932). Ochrana rostlin **13** (3—4), 90—102, Prag.
2. Bawden, F. C., 1950: Plant viruses and virus diseases. 4. Aufl. Chron. Bot. Comp., 335 pp.
3. Bennet, C. W., 1940: Acquisition and transmission of viruses by dodder (*Cuscuta subinclusa*). Phytopathology **30**, 2.
4. Blattný, C., 1930: Poznámky k virovým chorobám rostlin I. Ochrana rostlin **10** (4—5), 130—138, Prag.
5. — —, 1950: Jak vyjádřit zdravotní stav rostlin v určité poloze? Zemědělský obzor SIA **3** (11—12), 121—123, Prag.
6. — —, 1952: Bezsemennost čili stolbur — nebezpečná virosa tabáku. Průmysl potravin **3** (12), 537—542, Prag.
7. Bojňanský, V. und Blattný, C., 1953: Virové žltěnky a bezsemennosti vo svetle sovietských a našich výskumov. Biologia 1953 (6), 538—560, Preßburg.
8. Brčák, J., 1954: Nový přenašeč stolbura (bezsemennosti) rajčete a tabáku — křísek *Aphrodes bicinctus* Schrk. Zool. a ent. listy **3/17** (4), 231—237, Brünn.
9. — — und Pintera, A., 1953: Přenosná silonová klícka na ssavý hmyz, přenášející virosy rostlin. Zool. a ent. listy **2/16**. (3), 209—212, Brünn.
10. Dana, B. F., 1940: Occurence of big bud of tomato in the Pacific Northwest. Phytopathology **30**, 866—869.
11. Dunin, M. S. und Pofova, 1937: Kapalnyj metod analyza virusov v rastenijevodstvě. Moskau.
12. Dlabola, J., 1948: Nový druh rodu *Diplocolenus* Rib. a několik faunistických poznámek ze Slovenska. Čas. Nár. Musea **117**, 4, Prag.
13. — —, 1950: Homopterologické zajímavosti ze Slovenska. Čas. Čs. Spol. Ent. **47** (1—2), 65, Prag.
14. Frimmel, F. und Lauche, K., 1940: Versuch einer Bekämpfung der Mosaikkrankheit der Tomaten. Der Deutsche Obst- und Gemüsebau **86** (1), 2—3.
15. Haupt, 1927: Homopt. Palestine (Listed) 1, 9.
16. — —, 1935: Homoptera (Tierwelt Mitteleuropas) IV, 3, X, 124.
17. Hill, A. V., 1943: Insect transmission and host plants of virescence (big bud of tomato). J. Counc. Sci. Industr. Res. Aust. **16** (2), 85—90.

18. — —, 1950: Yellow dwarf of tobacco in Australia, IV. Some host plants of the virus. Austral. J. Agric. Res. **1** (2), 141—143, Ref. Biol. Abstr. 25 (1951), No. 6324.

19. — — und Helson, G. A., 1949: Distribution in Australia of three virus diseases and of their common vector *Orosius argentatus* (Evans). J. Austr. Inst. Agric. Sci. **15** (3/4), 160—161, Ref. Biol. Abstr. 25 (1951), No. 6325.

20. Jermoljev, E. und Hruška, L., 1947: Serologická methoda určování virových chorob u bramboru. Sborník Výzk. ú. zemědělských 178, Prag.

21. Klinkowski, M., 1953: Entwicklung und Problematik der pflanzlichen Virusforschung. Sitzungsberichte **2** (3) Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin.

22. Kružilin, A. S., 1953: Kak borotsja s uvjadanijem i stolburom rastenij. Sad i ogorod 1953 (2), 63—67, Moskau.

23. Melichar, L., 1896: Cicadiden von Mitteleuropa: 28, Pl. 2, Figs. 19—22.

24. Metcalf, Z. P., 1936: General Catalogue of the Hemiptera IV, 2.

25. Panjan, M., 1950: Ispitivanje stolbur — a Solanacea i način suzbijanja. Plant. Prot. 1950 (2), 49—58, Belgrad.

26. Pavlovskij, J. N. und Kirjanova, E. S., 1951: Fitonematologia i vopros o prirodnoj očagovosti parazitarnych zabolevanij rastenij, vyzyvajemych nematodami. Trudy zool. inst. AN SSSR **9**, 363—368.

27. Pozděna, J., 1954: Antigenní vlastnosti stolburu. Československá biologie **3**, (4) im Manuskript, Prag.

28. Ryžkov, V. L., 1934: Filtrujuščijsja virus, kak pričina pozelenenija cvetov. Virusn. bolezni rast. v Krymu i na Ukrajine, 59—73, Simferopol.

29. — —, 1952: Systematika virusov v sovremennoj literature. Mikrobiologija **21** (4), 458—476, Moskau.

30. Samuel, G., Bald, J. G. und Eardley, C. M., 1933: "Big bud" a virus disease of the tomato. Phytopathology **23**, 641.

31. Smith, K. M., 1951: Recent advances in the study of plant viruses. 2. Aufl., 300 pp.

32. Suchov, K. S. und Vovk, A. M., 1945: Identifikacija želtuchi kok-sagyza s želtuchoj astr i ustanovlenije vozmožnoj eje svjazi so stolburom tomata. Dokl. Ak. Nauk SSSR **48** (5).

33. — — und — —, 1946: Cikada *Hyalesthes obsoletus* Sign. perenosčik stolbura paslenovych. Dokl. Ak. Nauk SSSR **53** (2), 153—156.

34. — — und — —, 1947: Virus stolbura — vozbuditel massovogo uvjadanija perca, baklažana i kartofelja na juge. Dokl. Ak. Nauk. SSSR **58** (2), 319—321.

35. — — und — —, 1948: O biologii cikady *Hyalesthes obsoletus* Sign. — perenosčika virusa stolbura. Trudy Inst. Genet. AN SSSR **15**, 193—202.

36. — — und — —, 1949: Stolbur paslenovych. Izd. AN SSSR, 103 pp.

37. — — und — —, 1950: Differencialnyje različija meždu severnym i južnym stolburom kartofelja. Trudy Inst. Genet. AN SSSR **17**, 236—238.

38. — —, — — und Musnikova, K. S., 1952: Proizvodstvennoje ispitanije dusta DDT v borbe so stolburom tomata. Dokl. VASCHNIL **8**, 24—27.

39. Šubladzová, A. K. und Gajdamovičová, S. J., 1951: Praktická virologie, Prag 186 pp.

40. Thomas, K. M. und Krishnaswami, C. S., 1939: Little leaf a transmissible disease of brinjal. Proc. Ind. Acad. Sci. 10 (2), 201.

41. Vager, R. M., 1953: Stolburnoje uvjadanije kartofelja. Mikrobiologija 22 (2), 198—202, Moskau.

42. Valenta, V., 1953: Poznámky k bionomii, vývoju a hospodárskemu významu žilnatky vírusonosnej (*Hyalesthes obsoletus* Sign.) v Československu. Zool. a ent. listy 2/16/ (4), 267—282, Brünn.

43. Vielwerth, V., 1938: Zpráva o škodlivých činitelích kulturních rostlin v oblasti západního a středního Slovenska. Ochrana rostlin 14 (55), 8—16, Prag.

44. Volodarski, N. J., 1952: O pričinach poraženija tabaku montarem. Agrobiologija 1952, 133—140, Moskau.

Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
Direktor: Prof. Dr. E. Gäumann

Bagcheea, eine neue Gattung der *Sphaeriales* aus Indien

Von
Emil Müller und Radha Menon

Mit 2 Abbildungen

Im Frühjahr 1954 fand die zweitgenannte Autorin in Indien einen auf Blättern von *Castanea* spec. parasitierenden und größere Blattflecken verursachenden Ascomyceten. Die gemeinsame Untersuchung des Pilzes ergab, daß es sich dabei um eine bis dahin nicht beschriebene Form handelt, welche als Typus einer neuen Gattung zu betrachten ist und nachfolgend beschrieben sei. Wir möchten dabei die neue Gattung zu Ehren von Herrn Dr. K. D. Bagchef, Mycologist, Forest Research Institute, Dehra Dun (Indien) *Bagcheea* nennen.

B a g c h e e a nov. gen.

Maculae amphigenae; perithecia solitaria, immersa, globosa vel depressa; stromata pro maxime parte tantum e clypeo epidermali atro-carbonaceo constantia, sub epiderme semper hyphis hyalinis formato; ostiolo erumpente papilliformi copiose periphysato praedita; pariete peritheciorum membranaceo e stratis numerosis cellularum fortiter compressarum, hyalinarum vel subhyalinarum composito; asci numerosi, cylindracei vel leviter ellipsoidei, tenuiter tunicati, antice late rotundati, breviter stipitati, 4-spori; sporae ellipsoideae, hyalinae, polar-diblastiae; sine paraphysis.

Perithecien in Blattflecken wachsend, zerstreut, kugelig oder niedergedrückt, von einem dunklen, epidermalen Klypeus bedeckt und im Blattinnern von hyalinen Hyphen umgeben. Ostiolum hervorbrechend, aus bräunlichen Hyphen zusammengesetzt und von einem mit zahlreichen Periphysen besetzten Kanal durchbohrt. Gehäusewand außen aus subhyalinen oder schwach bräunlichen, innen aus hyalinen, dünnwandigen, stark zusammengepreßten Zellen zusammengesetzt. Asci zylindrisch oder schwach bauchig,

dünnwandig, sich leicht schleimig auflösend, am Scheitel abgestutzt, mit wenig verdickter Membran, sich leicht von der Wand lösend und den ganzen Fruchtkörper ausfüllend, 4-sporig. Sporen hyalin, einzellig, polar-diblastisch (Cytoplasma in drei scharf voneinander getrennte Partien geteilt: an beiden Enden je eine Partie mit dichterem, körnigen, mit Baumwollblau gut färbbaren Plasma, dazwischen eine durchsichtige, nicht färbbare Partie, vgl. Abb. 2 b). Paraphysen fehlen.

Typus der Gattung und vorläufig einzige Art ist

Bagcheea castanea nov. spec.

Maculae amphigenae, grisae, linea tenui brunnea acute limitatae; stromata semper clypeo epidermali formato, obscure brunnea; perithecia dispersa, immersa, subhyalina, 200—250 μ diam. Ostiola semper hypophylla, erumpentia, papilliformi copiose periphysato praedita; pariete peritheciorum membranaceo, e 4—8 stratis cellularum hyalinarum vel subhyalinarum, fortiter compressarum formata; asci cylindracei vel ellipsoidei, 50—80 × 10—14 μ, tenuiter tunicati, breviter stipitati, antice late rotundati, 4-spori; sporea ellipsoideae, hyalinae, polar-diblastiae, 21—24 × 7,5—9 μ; sine paraphysis.

Hab. in foliis vivis Castaneae spec. — India, Madras, Kotagiri, (2250 m s. m. 20. 3. 1954, leg. R. Menon.

Der Pilz verursacht auf den lebenden Blättern nekrotische, durch einen braunen Rand ziemlich scharf begrenzte, im übrigen aber graue, etwa 1 cm große, durch Zusammenfließen oft auch größere, rundliche Flecken, welche auf der Oberseite deutlich, auf der Blattunterseite nur verschwommen wahrnehmbar sind. Er durchwächst das Blattgewebe mit einem Geflecht aus hyalinen Hyphen und dringt in die Epidermen ein. Besonders in der Epidermis der Blattoberseite bildet er kompakte, klypeusartige, das ganze Zellvolumen ausfüllende, aus rundlichen, braunen, derbwandigen Zellen bestehende, von oben gesehen kreisrunde Stromata von etwa 500 μ Durchmesser. In die Epidermis der Blattunterseite dringt er wohl ein, bringt aber die Zellen nur zum Absterben, ohne sie zu erfüllen.

Unter jedem Stroma sitzt vollständig eingesenkt ein Perithecium mit der Basis gegen das Stroma. Die Perithecien sind meist niedergedrückt kugelig, 200—250 μ im Durchmesser und nehmen die gesamte Blattdicke ein. Blattunterseits bricht die oft schräge, manchmal gar etwas gewundene, 100—120 μ hohe und ebenso breite, bräunliche Mündung hervor, welche aus divergierenden, außen frei endigenden und etwas verdickten, schwach bräunlichen Hyphengliedern bestehen und von einem 25—35 μ weiten, innen stark mit Periphysen besetzten Kanal durchbohrt ist. Die Perithecienwand ist zweischichtig. Innen besteht sie aus einer sich leicht ablösenden Schicht von sehr stark abgeplatteten, hyalinen oder subhyalinen, dünnwandigen Zellen, außen

aus mehr kubischen, etwas dickwandigeren, 8—15 μ langen Zellen, welche auf der Blattoberseite (an der Basis des Fruchtkörpers) in parenchymatische, sehr derbwandige und dunkelbraun gefärbte Zellen übergehen.

Abb. 1. Schnitt durch einen Fruchtkörper von *Bagcheea castaneae*. Vergr. 250 ×

Die 50—80 × 10—14 μ großen, meist in der Mitte schwach bauchig erweiterten Asci lösen sich leicht von der Wand und erfüllen den gesamten Fruchtkörper. Sie sind dünn- und zartwandig, bei der Reife oft schon vollständig aufgelöst und besitzen am Scheitel eine schwach verdickte Membran mit einer inneren, lichtbrechenden Platte. Paraphysen fehlen. Die zu je vier in den Asci angeordneten Sporen sind ellipsoidisch, 21—24 × 7,5—9 μ groß, hyalin und einzellig. Sie weisen eine charakteristische Plasmateilung auf: am oberen Ende ist etwa ein Drittel der Spore von einem körnigen, undurchsichtigen, sich mit Baumwollblau stark anfärbenden Plasma angefüllt, ebenso am unteren Ende etwa ein Viertel der Spore. Beide Partien grenzen scharf an das glasige, sich nicht mit Baumwollblau färbende Zentrum, besitzen aber eine schmale, fast linienförmige Verbindung in der Sporenlängsachse (vgl. Abb. 2 b).

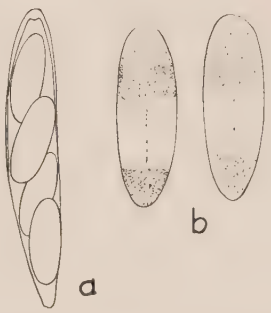


Abb. 2. a) Ascus von *Bagcheca castaneae*. Vergr. 500 ×. b) Sporen von *Bagcheca castaneae*. Vergr. 1000 ×

Bagcheea ist eine durch die Sporen sehr ausgezeichnete Gattung. Es sind uns bisher bei den Pyrenomyceten keine Pilze bekanntgeworden, welche einen derartigen Sporenbau aufweisen. Hingegen sind solche Sporen bei

Flechtenpilzen (z. B. *Xanthoria* Th. Fr.) bekannt, ohne daß aber unser Pilz mit derartigen Flechten irgendwelche verwandtschaftliche Beziehung hätte. Diese sind vielmehr bei *Cryptosporella* Sacc. zu suchen, für die von Arx und Müller (1954) eine bisher aus einer einzigen Gattung bestehende Familie der *Sphaeriales* aufgestellt haben *(Cryptosporellaceae)*.

Literaturverzeichnis

von Arx, J. A. und Müller, E., 1954. Die Gattungen der amerosporen Pyrenomyceten. Beitr. z. Kryptogamenflora der Schweiz, 11, Heft 1.

A *Sclerotinia* disease of *Orobanche cernua* in Bihar (India)

By

M. J. Narasimhan and M. J. Thirumalachar

With 6 figures

Introduction

Orobanche cernua Loefl. commonly known as the broom-rape or tokra, is a well known flowering parasite on tobacco plants all over India. In Patna, Bihar, this flowering parasite may be considered as a major pest on many plants belonging to the Solanaceae and Cruciferae, such as egg plant, tomato, mustard, cabbage, cauliflower and turnips among the vegetable crops and *Iberis umbellata* among the garden plants. The parasite pushes out of the soil its flowering scape by the beginning of January. The plants parasitised, especially tomato, cauliflower, and turnip show very poor growth with reduced yields. In Patna and several places in Bihar, a fungal disease of *Orobanche cernua* incited by a species of *Sclerotinia* was observed causing soft rot of the subterranean bulbous portion and wilting of the flowering scape in the months of February and March. The disease was very severe in some cases and completely killed all the *Orobanche* plants either before or immediately after emergence out of the ground. The host plants of the *Orobanche* such as egg plant, tomato, mustard etc. with which the diseased *Orobanche* plants were in association, were found to be unaffected by the *Sclerotinia* species.

Disease symptoms

In fields with severe infestation by *Orobanche cernua* each tomato or egg plant often shows 10 to 20 *Orobanche* clusters attached to their roots. In case of early infection of *Orobanche* plants by the *Sclerotinia* species, there is pre-emergence killing and rotting of the basal bulbous portion. In the case of infection taking place after emergence of *Orobanche* inflorescence from the ground, there is at first wet rot at the ground level, followed by the wilting and drying of the flowering scape (Fig. 6). The diseased portions become covered with white floccose mycelia bearing few large irregularly discoid black sclerotia of the fungus.

Characters of the fungus

The fungus is readily isolated from the diseased tissues of the *Orobanche* as well as by plating surface sterilised sclerotia of the fungus. In artificial culture, the mycelium is white, floccose and produces a large number of black sclerotia which are irregular in shape measuring up to 7—15 mm in diameter. No conidial stage has been observed for the fungus either on the diseased plants or in artificial culture. Mature sclerotia possess a black hard outer rind and a somewhat greyish-white inner core.

On potato dextrose agar, Czapek, and nutrient agars the fungus grows rapidly when incubated at optimum temperature (20 ° C). The fundaments of sclerotia appear as dense white mycelial aggregates composed of closely septated thick hyphae which have rich cell contents. These gradually develop into spherical or irregular bodies with a hard black outer rind. In the case of growth of the fungus on agar media, in which the colonies grow centrifugally, the initiation of the sclerotial primordium on the radiating mycelial strands is equidistant from the centre. Apparently, after some amount of mycelial development, the nutrition is withdrawn from the hyphae and stored in the sclerotial bodies. Since all the sclerotial primordia are equidistant from the centre, the mature sclerotia appear in a ring or zone on the agar surface. In those cases where solid media such as bread crumbs, wheat grains, pea nut meal, either alone or in combination with agar, are used, the mycelial development is dense, and numerous sclerotia are formed distributed all over the surface of the media. The sclerotia in addition to being more numerous, are also slightly larger than those produced on potato dextrose agar.

The fungus grows over a wide range of pH in both semi-solid and liquid media. In CZAPEK agar and RICHARDS solution, the fungus grew between the pH ranges of 2.5 to 8, and the optimum pH for growth was between 6 to 6.5. In surface culture incubated at 24 ° C the growth is dense in RICHARDS solution developing a white floccose mat. In submerged culture in 500 ml shake flasks with 120 ml of RICHARDS solution, agitated on rotary shaker with 220 r. p. m. at 24 ° C there is no growth of the fungus for 30 hours. Gradually the mycelium starts development and the peak of growth is reached within 80 hours. Shake cultures made by using the mycelial inoculum from the previous submerged growth in shake gives abundant growth even within 24 hours after inoculating the flasks. This indicated the adaptation of the fungus for submerged growth. No sclerotial formation has been noticed in liquid media in submerged growth.

Influence of temperature on growth of the fungus was studied both on agar media and liquid cultures. The optimum temperature for growth is between 18—20 ° C. The fungus showed restricted growth at 26 ° C and failed to grow at temperatures above 28 ° C.

Microconidia

On potato dextrose and malt agar media, the fungus produced microconidia along the margins of the tubes which appeared as pale brownish waxy encrustations. The microconidia occur as sporodochia (Fig. 4), the conidiophores showing verticillate branching from a thick central strand. Microconidia are borne on terminal phialides on slender sterigmata (Fig. 3). They were found to be abundantly produced in dense masses when the media was enriched by proteinaceous matter. When 1 % extract of silk worm pupae (desiccated waste product in silk reeling industry) is added to potato dextrose agar, the microconidial formation was found to be very profuse. Microconidia are spherical, hyaline, thin-walled, measuring up to 2 μ in diameter.

Production of Apothecia

The production of apothecia in species of the members of the Sclerotiniaceae under laboratory conditions has been a subject of detailed studies by several investigators. DRAYTON who has contributed considerably to many of these studies, described an elaborate procedure for obtaining apothecia in the case of *Sclerotinia (Botryotinia) convoluta* (DRAYTON 1937) and *Stromatina narcissi* (DRAYTON & GROVES 1952). This procedure included (1) placing the cultures in darkness for a period of 45 days at 14 ° C (2) removing sclerotia and placing them on wet quartz sand and keeping them at 0 ° C in darkness for a period of 3 to 4 months; (3) then, spermatizing them with microconidia and put at 5 ° C for 5 weeks which accelerated the formation of apothecial fundaments even in the case of homothallic species. (4) Storing them in cheese cloth cover in green house, the temperature being held at 7 ° C at night and not exceeding 15 ° C during day. The apothecia attain maturity in about 4 weeks. Hence from the time of production of sclerotia in culture, up to the time of maturing of the apothecia it takes about 200 days.

This detailed method very successfully used by DRAYTON in all his studies first gave us the impression whether apothecial production is possible at all unless every one of the steps outlined by him are followed. Later studies indicated that for the *Sclerotinia* species on *Orobanche* the following simple procedure was very suitable which enabled the production of apothecia within 20 to 25 days. The procedure is as follows: mature sclerotia taken from cultures were air dried at room temperature (24 ° C) for 8 to 10 days and stored in paper bags if needed. Sclerotia stored for one year have given the same percentage of germination as freshly harvested ones from culture. For obtaining apothecia, the sclerotia are placed half buried in moist saw dust in small glass vials 6 cm wide and 4 cm deep. There ist at least a 2 cm thick layer of moist saw dust beneath the sclerotia. Each glass vial was placed in a dish of water. Over the vial, a conical cap of filter paper is placed in a manner that the rim of the cone dipped in the dish of water. The cone

of filter paper is gently wetted, and a wad of moist cotton placed on the exterior at the top helps to keep the cone continuously moist. This affords an excellent moist chamber over the vial with the sclerotia. The entire set up is kept in the open during night and removed inside the room during day time to avoid direct sunlight and heat. Sclerotia placed under these conditions on 1st of November 1952 began to produce apothecial fundaments by November 12th, and by November 18th all the sclerotia had developed apothecia in various stages of maturity. The temperature record for this period in Bangalore and Patna (Bihar) where the experiments were carried out simultaneously, are as follows:

	Maximum	Minimum
Bangalore	24—26° C	12—15° C
Patna	24—26° C	7—10° C

The apothecial fundaments first appear as pale yellow protuberances rapidly elongating within a few days and bearing the saucer shaped apothecia. Mature apothecia are cinnamon-yellow to pale yellowish-brown 8 to 10 mm in diameter, borne on stalks of varying length which are 1 to 1.5 cm long (Fig. 1). On a medium sized sclerotia, as many as 15 to 25 apothecia of varying stages of maturity are borne (Fig. 2). Asci are 112—138 μ long and 3.5 to 8 μ broad. Ascospores are hyaline, uniseriate, ellipsoid, 6.5—12 $\times$ 3.3—6.5 μ.

Discharge of ascospores

It is well known that in several of the discomycetes the ascospores are forcibly discharged from the apothecia. DICKSON and FISCHER (1923) have described a method by which favourable conditions for spore discharge are obtained. By keeping the humidity around the apothecia with a wad of moist cotton, these authors obtained discharge of ascospores which was illustrated by a photograph, a unique attempt of its kind. LEACH and HEWITT (1939) reported that repeated spore discharges can be obtained by exposing the apothecia to formalin vapour. The method followed by us has given excellent results and is as follows: apothecia are developed on moist saw dust in glass vials under moist filter paper cones by the method already described. When the apothecia are fully developed and are maturing, early in the morning when atmosphere is cool and humid, the filter paper cone over the glass vial is removed and the camera is set up, making the necessary focussing adjustments etc. The filter paper cone is replaced again covering the glass vial with apothecia and kept continuously moist. During the noon between 12 to 2 P.M. when the day warms up and the atmosphere is dry, the filter paper cone is quickly removed. Within 2 seconds after the removal of the filter paper cone, all the apothecia which are mature simultaneously discharge the ascospores, and a cloud of ascospores is puffed up (Fig. 5). Excellent photographs may be taken since the apothecia are already focussed under the camera previously. As the apothecia are produced successively and are

of different maturity, the ascospore discharge may be followed for several days. Single apothecia may be removed to obtain ascospore discharge on agar media in Petri dishes to pick out single ascospore cultures.

Study of sex behaviour

Using the ascospore discharge method, a large number of single ascospore cultures was made, 10 of these single ascospore cultures were studied further for homothallic or heterothallic nature of the fungus. This was of interest because of the recent findings by DRAYTON and GROVES (1952) that *Stromatina narcissi* is not only heterothallic, but sexually dimorphic. In the *Sclerotinia* species on *Orobanche cernua*, the ascospores are uninucleate and in artificial culture develop both microconidia and sclerotia. The sclerotia from the same culture when placed for germination, developed apothecia with ascospores. There was no necessity for cross spermatization from another culture, which has been reported to be necessary in forms which are hermaphroditic, self-sterile and cross-fertile. As in *Sclerotinia sclerotiorum* which is known to be homothallic in the sense of BLAKESLEE's definition, the present fungus is also homothallic.

Inoculation experiments

A limited number of inoculation experiments was carried out to corroborate the field observations that the fungus is restricted to *Orobanche cernua* only. Inoculum composed of mycelia and sclerotia grown on sterilised bread crumbs, were placed 2 centimeters beneath the soil in contact with the scape of newly emerging *Orobanche* plants. The inoculum was covered with sand and kept moist by slight watering. For the control plants, only sterilised bread crumbs were similarly placed and covered with sand. Using the same inoculation method, 6 sets each of potato, tomato, and mustard plants in pots were inoculated with mycelia and sclerotia of the fungus. Observations after 15 days indicated that 6 of the 12 inoculated *Orobanche* plants developed wet rotting and later wilted away. None of the control *Orobanche* plants showed any disease symptoms. Isolations made from the wilting *Orobanche* plants in the inoculated group gave the same *Sclerotinia* species. None of the other hosts, such as potato, tomato, and mustard cross inoculated with the fungus from *Orobanche* showed any disease symptom.

Identity of the fungus

The absence of any conidial stage in the life-cycle of the fungus, and the development of apothecia from sclerotium and possessing 1-celled hyaline ascospores indicated that the fungus under study is a species of *Sclerotinia*. The sizes of the sclerotia, apothecia, asci, and ascospores are very similar to those of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, which occurs on a wide

host range. As indicated in the inoculation experiments, the fungus chiefly parasitises *Orobanche cernua* and failed to infect tomato, mustard and especially potato on which *Sclerotinia sclerotiorum* incites a 'stalk break' disease in Europe. The maximum temperature range given for the growth of *S. sclerotiorum* is 32 ° C., while, the fungus on *Orobanche* failed to grow at 28 ° C. and has an optimum temperature range between 18—20 ° C. In consideration of these minor, but important differences, the fungus under study is presented as a new form with the name *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary forma *orobanches*. It may be mentioned here that *Sclerotium orobanches* Schwein. (cf. Sacc. Syll. Fung. 14 : 1116) has been reported from Central Europe on *Orobanche major* and from North America on *Orobanche virginica*. The description of the sclerotial stage of this fungus is very similar to that on *Orobanche cernua* described in the present study.

Summary

A *Sclerotinia* disease of *Orobanche cernua* has been found to be widespread in Patna, Bihar, causing a wet rot of the flowering scape. The hosts on which the *Orobanche* parasitises, such as tomato, egg plant, mustard, etc. were found to be unaffected by the *Sclerotinia* species.

The fungus grows readily in artificial culture at an optimum temperature of 18 to 20 ° C., developing numerous black sclerotia. No conidial stage is present in the life-cycle. Microconidia are produced on sporodochia.

A simple method for obtaining the germination of sclerotia and production of apothecia has been described. Technique for obtaining simultaneous discharge of ascospores both for study and photographing has been described.

In the limited number of inoculation experiments, the fungus was found to infect only *Orobanche* and failed to infect potato, tomato, and mustard plants.

Starting from a single uninucleate ascospore, the fungus is able to complete its life-cycle and produce apothecia etc., indicating that it is homothallic.

The fungus closely resembles *Sclerotinia sclerotorium* (Lib.) de Bary and is presented as a new form of it as forma *orobanches*. *Sclerotium orobanches* Schwein. reported from Central Europe and America on the same host genus, may prove to be the vegetative stage of the *Sclerotinia* species reported in this paper.

Fig. 1. Apothecia produced in the laboratory in glass vials after incubation for 18 days. × 1½ nat. size

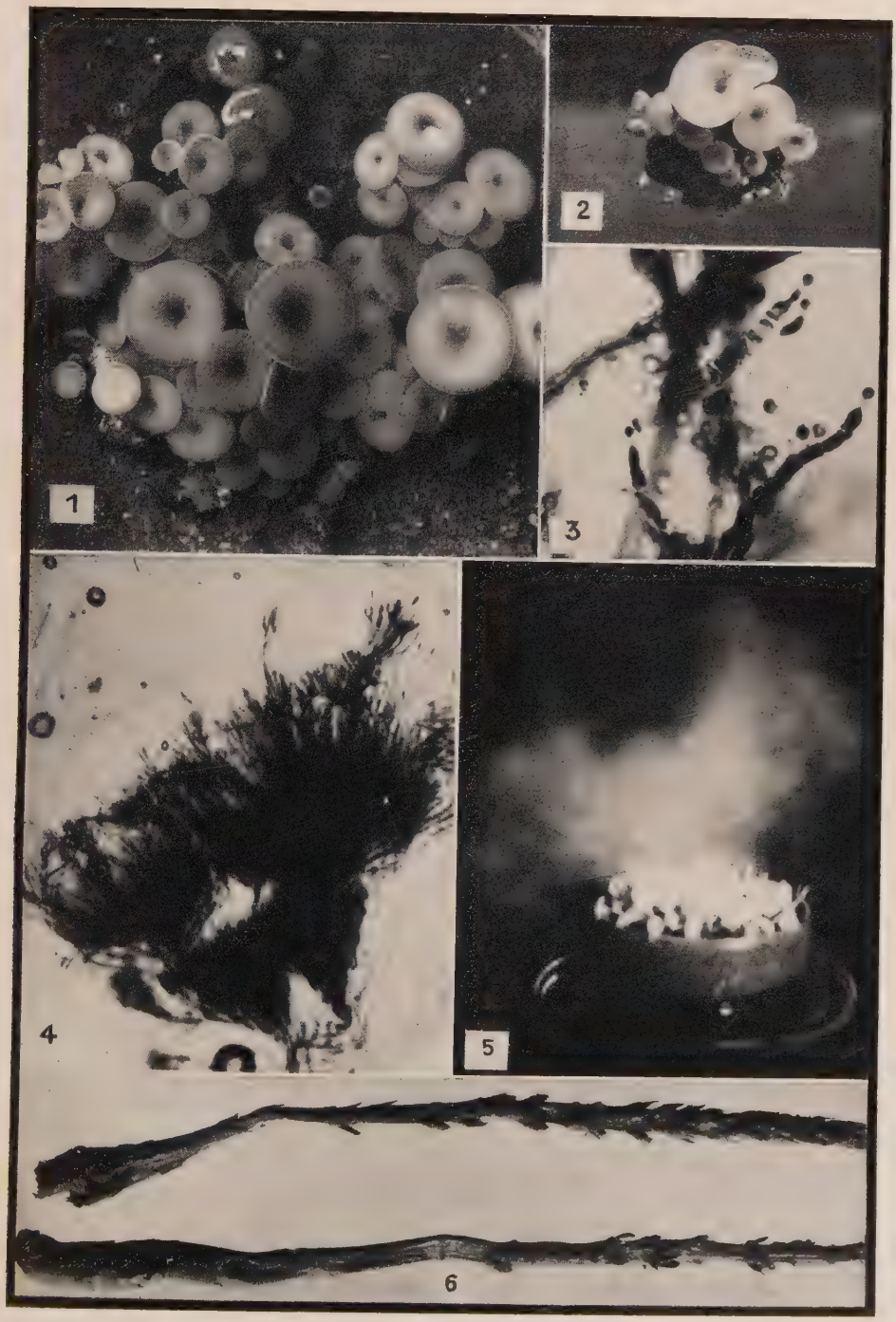
Fig. 2. Numerous apothecia developing from a single sclerotium × 1½

Fig. 3. Microconidia developing on sterigmata ½ 750

Fig. 4. Sporodochia of microconidia × 200

Fig. 5. Showing the forcible ejection and puffing of ascospores from mass of apothecia in the glass vial

Fig. 6. Infected scape of *Orobanche cernua* showing basal rotting and wilting of the flowering scape. × 1/8 nat. size


1
2
3
4
5
6

Zusammenfassung

Eine *Sclerotinia*-Krankheit von *Orobanche cernua,* welche Naßfäule des Blütenstandes hervorruft, wurde in Patna, Bihar, weit verbreitet gefunden. Die Wirtspflanzen, auf welchen die *Orobanche* parasitiert, wie Tomate, Eierpflanze, Senf usw., erwiesen sich als frei von dieser *Sclerotinia*-Art.

Der Pilz wächst leicht auf künstlichem Nährboden bei einer Optimaltemperatur von 18 bis 20 ° C, wobei er zahlreiche schwarze Sklerotien produziert. In seinem Entwicklungszyklus ist kein Konidienstadium vorhanden. Mikronidien werden an Sporodochien produziert.

Es wurde eine einfache Methode für die Keimung der Sklerotien und für die Bildung von Apothezien beschrieben. Ebenfalls beschrieben wird eine Technik, bei der zugleich auch Ascosporen ausgeschleudert werden, die untersucht und photographiert werden können.

In einer beschränkten Zahl von Infektionsversuchen wurde nur *Orobanche* von dem Pilz infiziert, dagegen nicht Kartoffeln, Tomaten und Senfpflanzen.

Ausgehend von einer einzigen einkernigen Ascospore war der Pilz imstande, seinen ganzen Entwicklungszyklus bis zur Bildung von Apothezien usw. zu vollenden; dies zeigt, daß er homothallisch ist.

Der Pilz gleicht stark *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary und wird hier als neue Form dieser Species, nämlich als forma *orobanches* beschrieben Möglicherweise handelt es sich bei dem in Mitteleuropa und Amerika auf der gleichen Wirtsgattung vorkommenden *Sclerotium orobanches* Schwein. um das vegetative Stadium der in dieser Arbeit beschriebenen *Sclerotinia.*

Literature cited

DICKSON, F. and FISCHER, W. R., 1923: A method of photographing spore discharge from apothecia. Phytopathology **13**, 30—32.

DRAYTON, F. L., 1934: The sexual mechanism of *Sclerotinia gladioli* Mycologia **26**, 46—72.

— —, 1937: The perfect stage of *Botrytis convoluta.* Mycologia **29**, 305—319.

— — and GROVES, J. W., 1952: *Stromatina narcissi,* a new sexually dimorphic discomycete. Mycologia **44**, 119—140.

LEACH, L. D. and HEWITT, Wm. B., 1939: Forced ejection of ascospores from apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum.* Phytopathology **29**, 373.

Central Potato Research Institute Patna, Bihar, India

Inactivation of potato leaf roll by high temperature storage of seed tubers in Indian plains

By

M. J. Thirumalachar*)

Out of the estimated half million acres of potato grown in India, 90 percent of the crop is restricted to the plains and the rest to the hills. Phulwa and Darjeeling Red Round are the two chief varieties cultivated in the plains, both being indigenous in the sense that they are survivals of numerous varieties introduced in the past, and cannot at present be traced as derivatives of any of the existing exotic varieties.

Leaf roll is an important virus disease of potato in India, causing considerable reduction in yield of tubers. Potato is cultivated in Indian plains between October and April. Infestation by *Myzus persicae* Schulz. is at its maximum late in the season (during January—February) when most of the field spread of leaf roll takes place. Both Phulwa and Darjeeling Red Round are susceptible to leaf roll infection.

It may be pointed at the outset that the seed certification programme has been started in India only recently, and as yet, most of the cultivators have to store their own seed tubers harvested from fields where no roguing work has been done and the plants are exposed to severe leaf roll infection. In case of Darjeeling Red Round, seed tubers are periodically replaced by fresh stocks from the hills. In Phulwa which is not adapted to hill conditions (chiefly due to long day period), seed tubers are taken from the same stock cropped continuously for years in the plains. Considering the high leaf roll incidence in crop in the plains, one would expect complete degeneration of seed stock after 3 to 5 years. However survey of potato crop in the cultivators' fields at the beginning of the season every year in Patna City, which is a large seed potato growing district in India, revealed that some of the fields had very low percentage of leaf roll incidence, less than 1.5 to 2 percent, while others had very severe infections. As this warranted further studies, observations on the different treatments the tubers receive from the time of harvest to the period of next planting after seven months of storage were followed. Experiments were laid out during the crop seasons of 1950—51 and 1951—52. Studies were confined to Phulwa since this

*) Present address: Chief Mycologist, Hindustan Antibiotics, Pimpri, Poona.

variety is continuously cropped in plains and the seed tubers are not replaced from new healthy stocks from the hills.

In general, there are two methods of storage adopted by cultivators. In the first one, the tubers after harvest by end of March or slightly later, are graded, and seed-sized tubers are stored for over 6 months in thatched houses built of mud walls, either under sand or placed in bamboo baskets. The store house is completely made dark to prevent greening of tubers. At the end of storage period, the tubers show sprouting and shrinkage due to loss of moisture. Most of the cultivators in Patna City area plant seed tubers stored by this method. The second method of storage is in the large commercial refrigerated plants which have been built in large numbers in recent years. The tubers are stored at about 4.4° C and most of the seed tubers used for growing ware tubers are stored in cold stores by whole-sale seed dealers. The tubers at the end of storage period in cold stores appear firm, fresh and just sprouted. Usually losses encountered due to excessive sprouting, shrinkage and disease inciting organisms are minimised by storing seed tubers in cold stores.

Preliminary experiments were carried out during the crop season of 1950—51. Leaf roll affected plants of Phulwa were carefully marked and harvested. Tubers of diseased plants were bulked and half the number were stored by the indigenous method (in baskets in a thatched house) and the other half in a commercial cold store (at 4.4° C). The tubers of both the lots were taken out at sowing time in October and planted in replicated row trials and observed for disease incidence (leaf roll) and yield. The results indicated that while the tubers stored in the thatched house gave rise to plants that were free from leaf roll symptoms (though originally taken from leaf roll affected plants), the same lot of tubers stored in a cold store at 4.4° C gave rise to plants which showed 100 percent infection. It was also found that nitrogenous manures either alone or in combination with phosphatic manures increased the vegetative growth of plants, making the leaf roll symptoms less evident. This is in conformity with the results of other investigators (HUTTON, 1949) who pointed out that factors influencing vegetative growth would tend to mask the roll symptoms. These observations first gave the indication that storing of leaf roll affected tubers exposed to high temperature in the thatched house during summer, was in some way responsible for making the tubers give rise to plants without leaf roll symptoms in the ensuing crop.

Following this, large scale experiments were laid out during the crop season of 1951—52, and the following procedure was adopted;

1. Tubers from leaf roll affected plants showing severe symptoms were carefully harvested and bulked up. Half the lot of tubers were put in a cold store at 4.4° C and the other half stored in a thatched house in bamboo baskets exposed to summer temperature conditions inside the room. The tubers were stored on April 24th and planted on November 3rd after 6 months storage.

Table 1

Average weekly temp. for period ending	Max.		Min.	
	°F	°C	°F	°C
April 25th 1952	92	33.3	84	28.9
May 1st	95	35.0	85	29.4
May 8th	95	35.0	84	28.9
May 15th	92	33.3	83	28.3
May 22nd	96	35.6	89	31.7
May 30th	93	33.9	87	30.6
June 6th	97	36.1	89	31.7
June 13th	94	34.4	87	30.6
June 20th	89	31.7	83	28.3
June 27th	87	30.6	82	27.8
July 4th	89	31.7	84	28,9
July 11th	89	31.7	84	28.9
July 18th	89	31.7	85	29.4
July 25th	89	31.7	85	29.4
Aug. 1st	88	31.7	83	28.3
Aug. 8th	91	32.8	84	28.9
Aug. 15th	88	31.6	87	30.6
Aug. 22nd	87	30.6	82	27.8
Aug. 29th	87	30.6	82	27,8
Sept. 5th	87	30.6	82	27.8
Sept. 12th	89	31.7	82	27.8
Sept. 19th	85	29.4	81	27.2
Sept. 26th	91	32.8	82	27.8
Oct. 3rd	87	30.6	82	27.8
Oct. 10th	89	31.7	81	27.2
Oct. 18th	85	29.4	80	26.7

2. 36 single plants showing severe leaf roll symptoms were harvested separately and the tubers divided into two lots. Half the number of tubers from each plant were stored in a thatched house and the other half in a cold store. The period of harvesting and storing was the same as in 1.

3. Tubers from leaf roll affected plants showing severe leaf roll symptoms were harvested and bulked up. Starting from March 30th 1952, 50 tubers from the bulk were taken at periodic intervals of one month and stored in a cold store. Consequently, there were 7 lots of 50 tubers each, the first lot being stored immediately in a cold store after harvest, the second lot being exposed to summer temperature conditions in the thatched house for 30 days before being transferred into the cold store. The 6th lot stored in the thatched house up to August 30th was exposed to the summer conditions for 5 full months, and the last lot remained in the thatched house up to the date of planting. The object of the experiment was to find out the differential effects of summer

temperature conditions of different duration on the leaf roll affected tubers in the ensuing crop. The tubers of all the 7 lots were taken out during the first week of November and planted in row cultures.

The tubers of all the three experiments were planted in plots which received green manuring only and no nitrogenous fertilizers in the form of artificials were added, since they had been found to stimulate vegetative growth and mask the leaf roll symptoms. Under these conditions, leaf roll symptoms appear in the diseased plants 4 to 5 weeks after planting and long before the appearance of *Myzus persicae* in the field.

Like other north Indian towns in the plains, Patna City is subjected to severe summer months from April to October, the maximum temperature shooting up to 41.7 ^{0} C during May and June. Following the commencement of rains in July, the temperature cools down a bit, but the humidity reaches 100 percent. The weekly average temperature actually within the store is given in Table 1.

Results

Expt. 1 confirmed the findings of the previous year. Leaf roll affected tubers stored at room temperature gave rise to plants which showed no disease symptoms, the leaves being flat and non-brittle. Same lot of tubers stored in a cold store developed into plants which showed 100 percent leaf roll. The leaves became in-rolled, brittle and developed a pinkish tinge which is characteristic of P h u l w a plants affected by leaf roll virus.

Expt. 2. The tubers of 36 single plants, with half the number of tubers stored at room temperature in a thatched house and the other half in a cold store, were planted in single row cultures side by side, to record visible differences. The data have been presented in Table 2.

Only 20 plants have been included in the Table for sake of space. The data for other 16 plants are similar to these.

It is evident from the data that the tubers stored in the thatched house exposed to summer temperatures have given rise to plants which are 100 percent free from leaf roll symptoms, whereas the lot of tubers from the same mother plant placed in the cold store, have given rise to 100 percent diseased plants. Further studies were made to check up leaf roll by employing WILSON's modification of SHEFFIELD's staining technique (1948), using 2 % phloroglucinol in 50 % alcohol and 40 % H_2So_4. Two plants taken in each row at random were sectioned at the 3rd node and stained with phloroglucinol-acid mixture and examined for discolouration and necrosis of the primary phloem strands. None of the plants grown from tubers stored in the thatched house showed phloem necrotic reaction, while it was evident in the plants grown from diseased tubers stored in the cold store. It was therefore manifest that leaf roll affected tubers exposed to the summer temperature conditions in the thatched store house under the conditions in Patna. Bihar, gave rise to plants free from leaf roll symptoms in the ensuing crop.

Planting of the tubers from these leaf roll-free plants for the next season have continued to give rise to healthy plants.

Table 2

Leaf roll incidence in relation to method of storage and disease symptoms in single plants

Plant No.	Cold store		Stored outside	
	No. sprouted (out of 10)	No. L. R.	No. sprouted out of 10)	No. L. R.
1	5	5	4	–
2	4	4	4	—
3	6	6	3	
4	3	3	—	—
5	10	10	3	—
6	6	6	4	—
7	10	10	2	—
8	8	8	7	—
9	9	9	5	—
10	8	8	3	—
11	8	8	3	—
12	10	10	5	—
13	7	7	2	—
14	10	10	10	—
15	9	9	6	—
16	4	4	1	—
16	9	9	8	—
18	10	10	4	—
19	5	5	4	—
20	10	10	10	—

Only 20 plants have been included in the Table for sake of space.
The data for other 16 plants are similar to these.

Table 3

Leaf roll incidence in relation to time of storing of leaf roll affected tubers at room temperature in Patna

Period of storing	No. sprouted (out of 30)	No. of leaf roll plants	% of diseaese
March 30th 1952	28	28	100
April 30th	24	22	91
May 30th	26	12	46
June 30th	30	4	13
July 30th	24	2	8
August 30th	27	1	3.7
September 30th	18	0	0

Date of harvesting was March 20th 1952, date of next planting was November 3rd 1952.

Expt. 3. In this experiment, the tubers had different periods of exposure to summer temperature conditions. The tubers were all planted during the first week of November and observed for disease symptoms. The data are presented in Table 3.

Date of harvesting was March 20th 1952, date of next planting was November 3rd 1952.

The data indicate that the plants are 100 percent free from leaf roll symptoms only in the last lot which has been stored in the thatched store house up to September. Those stored up to the end of August have few diseased plants and those stored in March itself showed 100 percent leaf roll infection.

Discussion

It is of great interest that while these studies have been carried out, KASSANIS (1950) first gave the experimental proof of inactivation of leaf roll virus by subjecting leaf roll affected tubers to moist heat of 37.5 ° C for 25 days. Very few tubers survived this artificial heat treatment, but those tubers that survived, were found by KASSANIS to be free from leaf roll symptoms, and it was not possible to recover the virus from them. The long period of storage for over 6 months under warm temperature conditions prevailing in the Indian plains (in Bihar) have been found to produce conditions which bring about the inactivation of leaf roll virus. The average temperature in the thatched house ranged between 31.1 to 32.8 ° C month by month, with a cumulative reduction in leaf roll percentage. The Tables 1 and 3 together yield the following comparison.

Mean temp. to April 30th	= 31.1 ° C	Leaf roll % drops to 91 % (from 100 %)						
May 30th	= 32.2 ° C	„	„	„	„	„	46 %	
June 30th	= 32.2 ° C	„	„	„	„	„	13 %	
July 30th	= 31.7 ° C	„	„	„	„	„	8 %	
Aug. 30th	= 31.7 ° C	„	„	„	„	„	4 %	
Sept. 30th	= 30.6 ° C	„	„	„	„	„	0 %	

According to SMITH (1951) certain plant viruses have been inactivated by temperature without seriously injuring the host, and these are as follows:

Sugarcane sereh, 1 hour at 52 ° C.
Cranberry false blossom, 14 days at 40.0 ° C.
Aster yellows, 14 days at 37.9 ° C.
Potato leaf roll, 25 days at 37.5 ° C.
Peach yellows etc. 14 days at 35.0 ° C.

KUNKEL (1943) inactivated witches broom virus in potato tubers by heat treatment for 6 days at 35.9 ° C. BLODGETT (1923) failed to inactivate leaf roll in „blue sprout" potatoes with 22 minutes at 55.5 ° C. He also failed to inactivate mosaic in Magnum Bonum potatoes at 35.0 ° C. for 130 days. A discussion of literature supports the idea that inactivation of the leaf roll virus in India is brought about by longer exposure at slightly

lower temperature, and has the same effect as the treatments listed above, and perhaps others. This indigenous method of storing seed tubers in thatched houses has been in vogue in India for a long time, and the inactivation of leaf roll virus due to warm temperature conditions has helped to prevent complete degeneration of the seed stocks due to leaf roll virus.

Summary

Leaf roll affected tubers stored after harvest in thatched houses exposed to summer temperature conditions in Patna, India, gave rise to healthy plants in the ensuing season, due to possible inactivation of the leaf roll virus. The seed tubers are stored for over 6 months from April to October, with day temperatures reaching up to 41.7° C. in May and June. Leaf roll affected tubers stored in refrigerated cold stores after harvest during the same period have given rise to plants which showed 100 percent disease. This has been confirmed by storing half the quantity of bulk material of diseased tubers as well as diseased tubers from single plants in the thatched house and the cold store and studying the disease in the ensuing crop.

Observations have indicated that only tubers stored up to end of September in a thatched house during summer, (under the conditions prevailing in Bihar), have given rise to 100 percent leaf roll-free plants. The possibility of practical control of this major virus disease of potato in Indian plains is indicated.

In conclusion the writer wishes to acknowledge his indebtedness to Dr. S. Ramanujam, Director, Central Potato Research Institute, Patna, Bihar, India, for his valuable suggestions and kind encouragement. He is deeply indebted to Dr. J. C. Walker, Professor of Plant pathology University of Wisconsin, and Dr. Donald Folsom, Maine Agricultural Expt. Station, USA for kindly going through the manuscript and giving the benefit of many valuable suggestions.

Zusammenfassung

Knollen von blattrollkranken Kartoffelpflanzen, die nach der Ernte in mit Stroh gedeckten Hütten den Sommertemperaturen von Patna (Bihar, Indien) ausgesetzt waren, brachten in der folgenden Wachstumsperiode gesunde Pflanzen hervor. Dies dürfte auf eine Inaktivierung des Virus durch die hohen Temperaturen zurückzuführen sein. Die Knollen wurden während mehr als 6 Monaten (April bis Oktober) gelagert; die Temperatur stieg im Mai und Juni bis auf 41,7° C. Aus infizierten Knollen, die während derselben Zeit in gekühlten Räumen (4 bis 5° C) aufbewahrt wurden, entwickelten sich 100% kranke Pflanzen. Diese Beobachtungen wurden durch vergleichende Versuche mit größeren Mengen infizierter Knollen und mit den Knollen einzelner kranker Pflanzen bestätigt. Nur die Knollen, die bis Ende September den sommerlichen Bedingungen von Bihar ausgesetzt waren, lieferten 100% gesunde Pflanzen. Die Temperaturempfindlichkeit des Virus ermöglicht eine praktische Bekämpfung dieser wichtigen Kartoffelkrankheit der indischen Ebenen.

Literature cited

BLODGETT, F. M., 1923. Time-temperature curves for killing potato tubers by heat treatments. Phytopathology **13**, 465—475.

HUTTON, E. M., 1949. The significance of necrotic phloem reaction in potato to the leaf roll virus. Australian J. Sci. Res. Ser. B. **2**, 249—270.

KASSANIS, B., 1950. Heat inactivation of leaf roll virus in potato tubers. Ann. Appl. Biol. **37**, 339—341.

KUNKEL, L. O., 1943. Potato witches broom transmission by dodder and cure by heat. Proc. Amer. Philosoph. Soc. **86**, 470—475.

SMITH, K. M., 1951. Recent advances in the study of plant viruses. 2nd ed. pp. 286—287.

WILSON, J. H., 1948. The use of phloroglucinol test for diagnosis of leaf roll in potatoes. J. Australian Agr. Sci. **14**, 76—78.

Aus dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut)
Voldagsen
Direktor: Prof. Dr. W. Rudorf

Untersuchungen über die Schorfresistenz von Birnen (II)

Blattschorfresistenzprüfung an Sortennachkommenschaften

Von

E. Siebs

Einleitung

Die bereits früher gemachten Angaben über die Notwendigkeit der Schaffung schorfresistenter Birnen für den deutschen Kernobstbau (Siebs, 1951, Einleitung) hatten sich größtenteils auf fremde Quellen gestützt. Die inzwischen erlangten Prüfungsergebnisse des von 1949 bis 1951 mittels künstlicher Infektionen auf Schorfanfälligkeit durchprüften und seitdem daraufhin kontrollierten hiesigen, sehr reichhaltigen Birnensortiments besagen, daß von 173 verschiedenen Sorten 22 = 13 % in den Jahren 1952 und 1953 blatt- und fruchtschorffrei geblieben sind. Gewiß werden sich viele schorfresistente unter diesen Sorten befinden. Leider ist ein großer Teil der befallsfreien Sorten, z. B. Aarer Pfundbirne, Désiré Cornélis, Großer Katzenkopf, Ostpreußische Honigbirne, Lücker Sommerbergamotte u. a., aus mehreren Gründen in Deutschland nur wenig verbreitet und teilweise auch nicht überall anbaufähig, so daß die früher gezogene, recht unerfreuliche Bilanz über die Schorfresistenz von Birnen nun von den hiesigen Erfahrungen insgesamt bestätigt wird. Selbst Sorten, die anderswo als ziemlich schorffest gelten, wie Frühe von Trévoux, Triumph von Vienne, Beurré Giffard, Conference, Julidechantsbirne u. a., haben hier mehr oder weniger versagt. Bedenkt man hierzu noch die neuen Untersuchungsergebnisse Stantons (Stanton 1953), denen zufolge von 40 mit drei Schorfeinsporlinien verschiedener Herkunft beimpften Sorten nur die drei Sorten Josephine de Malines, Louise Bonne of Jersey und Red Flesh Pear nahezu befallsfrei blieben, so wird man in den

Untersuchungen über die Schorfresistenz auf die Nachkommenschaften von schorfresistenten und wirtschaftlich wertvollen Sorten zurückgreifen müssen, was allerdings auch schon vor Bestehen dieser neuen Kenntnisse über die Resistenz der Sorten geschehen ist. Da über die Verhältnisse der Schorfresistenz von Sämlingen nach wiederholten künstlichen Infektionen bisher jedoch nur vorläufige Ergebnisse mitgeteilt worden sind, sollen nachstehend die Ausleseergebnisse, sowie die Resistenzverhältnisse der Auslesen gegenüber verschieden virulenten Einsporlinien betrachtet werden.

Die hier geltende, bei den meisten Beobachtern ja unterschiedliche Bewertungsskala sei den Ergebnissen vorangestellt:

0 = keine Pilzentwicklung;
1 = wenige sehr schwache Punktherde (bis 1 mm ⌀);
2 = viele sehr schwache oder wenige schwache Herde (bis 3 mm ⌀);
3 = viele schwache oder wenige mäßig starke Herde (bis 6 mm ⌀);
4 = viele mäßig starke oder wenige starke Herde (bis 9 mm ⌀);
5 = viele starke Herde und darüber hinaus.

A. Sämlinge

Zur Gewinnung von Auslesen schorffester Birnensämlinge wurden von 1947 bis 1951 Infektionsversuche an Sämlingen als Nachkommenschaften ausgewählter, frei bestäubter Edel- und Mostsorten durchgeführt, über deren Anfangsergebnisse bereits an anderer Stelle berichtet worden ist (SIEBS 1951). Die Sämlinge wurden im Aussaatjahr zweimal mit Konidien, in einem Falle (1949) außerdem mit Ascosporen vorweg beimpft, bewertet, bis Oktober im Frühbeet gehalten und danach im Obstquartier aufgeschult. Im nächsten Jahr wurden die befallsfreien bis sehr schwach befallenen Sämlinge abermals mit Konidien beimpft usw., bis ein genügend beurteilbares Auslesematerial geschaffen war. Die Versuchsmethode ist in der erwähnten Arbeit angegeben; es wurden in 0,25%iger Agarlösung Konidienpopulationen aus dem Freiland ausgeschüttelt und verimpft. — Wie aus Tabelle 1 als Übersicht über die Ausleseergebnisse schorffester Birnensämlinge aus drei in den Jahren 1947 bis 1949 angezogenen, mehrfach beimpften Versuchsgruppen hervorgeht, liegen die Prozentsätze resistenter bis sehr schwach befallener (0 + 1) Nachkommenschaften der Bäume Nr. XVI, XIII, Grüne Jagdbirne, VI, IV und III in den Auslesejahren sowohl als auch in der Totalbewertung (Ausnahme Grüne Jagdbirne) über 30 %, somit verhältnismäßig günstig. Beim Vergleich des Verhaltens der fünf Jahre beobachteten Mutterbäume mit ihren Nachkommenschaften mögen die Resistenzprozentsätze der Nachkommenschaften der mäßig bis stark anfälligen Sorten VI, IV und III im Verhältnis zu den nahezu befallsfrei gebliebenen Sorten XVI und XIII (Grüne Jagdbirne, Mutterbaum in Süddeutschland) bemerkenswert hoch erscheinen, was gewiß

auf das Wirken der beiden Unbekannten, der schwer durchschaubaren starken Aufspaltung der Sämlinge und der unbekannten Pollenspender, zurückzuführen ist. Die übrigen Nachkommenschaften haben, mit Ausnahme von Mostbirne aus Kirchheim, hingegen ziemlich unbefriedigende Ausleseergebnisse erbracht. — Die 1950 und 1951 ausgelesenen befallsfreien Birnensämlinge wurden als Mutterbäume für Klonegewinnung und als Originalkontrollen für Infektionsversuche aufgepflanzt. Infolge verschiedener Anwuchsschäden sind leider viele Sämlinge für weitere Untersuchungen ausgefallen, so daß

Tabelle 1

Ausleseergebnisse von Sämlingen frei bestäubter Edel- und Mostsorten. Zusammenfassung der resistenten (0) und sehr schwach befallenen (1) Birnensämlinge in Prozent.
Die eingeklammerten Zahlen sind die jeweiligen Gesamtzahlen bewerteter Sämlinge

A. 17. Juli 1947 bis 28. Juli 1951 nach sechsmaliger Beimpfung
0 + 1 in %

Sorte:	Frühe aus Trévoux	Neue Poiteau	Typ Flaschenb.	Oberösterr. Weinbirne		Grüne Jagdb.	Endergebnis
Nr.	IV	XIII	XVI		VII		
1951	$37_{(162)}$	$50_{(81)}$	$57_{(192)}$	$25_{(4)}$	$8_{(12)}$	$46_{(46)}$	$47_{(497)}$
1947–51 Total	33	33	42	5	4	27	34

B. 26. Juni 1948 bis 30. August 1950 nach viermaliger Beimpfung

	XIV	XIII a	XII	Mostb. a. Kirchheim	Endergebnis
1950	$6_{(337)}$	$4_{(45)}$	$2_{(178)}$	$28_{(29)}$	$6_{(589)}$
1948–50 Total	5	4	2	18	5

C. 1. April 1949 bis 30. Juli 1951 nach fünfmaliger Beimpfung

	III	VI	Endergebnis
1951	$42_{(318)}$	$40_{(313)}$	$41_{(631)}$
1949–51 Total	38	36	37

1953 das Auslesematerial sich auf 48 Bäume beläuft. Der Resistenzprozentsatz der Auslesen betrug nach im Jahre 1952 durchgeführten Impfungen mit Konidienpopulationen 94 %; 1953 zeigten die Bäume insgesamt 100%ige Befallsfreiheit. In bezug auf die 1947 bis 1953 insgesamt bewerteten 2050 Sämlinge der drei Versuchsgruppen (Tabelle 1) sind praktisch jedoch nur 2 % befallsfreie Sämlinge aus dem Versuchsmaterial hervorgegangen.

B. Sämlingsklone

Methodisches

Da die Ausleseergebnisse erst durch Resistenz gegen besonders virulente Schorfrassen gesichert werden können, mußten die Sämlingsauslesen daraufhin geprüft werden. Unterschiedlich virulente Birnenschorfrassen waren an einschlägigen deutschen Instituten zu jener Zeit nicht erhältlich, so daß solche aus der hiesigen Umgebung beschafft werden mußten, wozu das Birnensortiment im Obstquartier ab 1950 genügend Gelegenheit bot. Als Blattschorfspender dienten drei unterschiedlich stark befallene Sorten und ein Edeling eines ziemlich anfälligen Sämlingsklons (siehe Tabelle 2—6). Die jahrweise (1949 bis 1951) ausgelesenen Wirte (0 + 1) wurden zu dem Zweck geklont und mit insgesamt 17 Schorfeinsporlinien beimpft, wovon sich zehn in Form (rund, gelappt, knopfförmig erhobenes Zentrum) und Farbe (mausgrau, kaffeebraun und sepia) unterschieden, so wie HERBST (HERBST 1936) solche bereits näher beschrieben hat.

Die Einsporlinien wurden auf Pulstagarplatten isoliert und kultiviert; die Sporenmasse jeder zur Hälfte bewachsenen Platte eines Stammes wurde mit 100 cm^3 0,25%iger Agarlösung abgeschwemmt und in Stappbläser zur Impfung übertragen. Die Anzahl beimpfter Klone und Edelinge richtete sich nach der Menge des jeweiligen Impfguts und dem Vegetationszustand der Edelinge, so daß in vielen Fällen zwei bis drei Stämme je Edeling (getrennt) verimpft werden mußten, während im übrigen zwei Impfungen von einem Stamm auf einen Edeling plaziert wurden. Für die gleichzeitige Verimpfung mehrerer Schorfstämme wurden zwei Stappbläser benutzt, die vor jeder Beschickung mit einem anderen Stamm mehrmals gründlich mit Wasser ausgespült wurden. Die beimpften, durchschnittlich 25 bis 30 cm langen diesjährigen Zweigteile blieben vier bis fünf Tage nach der Impfung durch Pergamintüten vor Wetterschäden geschützt. Zur Kontrolle, möglicherweise zur Verdeutlichung des Virulenzgrades der Einsporlinien wurden diese bei jeder Klonbeimpfung gleichzeitig an den drei vorbonitierten Sorten kreuzweise getestet. —

Virulenz der Einsporlinien

Aus den Tabellen 2 und 3 sind an den Testsorten denn auch unterschiedliche Virulenzgrade der Einsporlinien ersichtlich, wobei festzustellen ist, daß

erstens eine ganze Reihe von Stämmen allerdings längst nicht den für die Testsorten charakteristischen Befallsgrad erreicht hat und zweitens die Sorte Grüne Jagdbirne, dem bekannten Schorfanfälligkeitsverhältnis der Sorten entsprechend, die geringsten Impferfolge unter den drei Sorten gezeigt hat.

Die A-Stämme (Tabelle 2, senkrechte Zahlenreihen!) haben jeweils nur an zwei Klonen die gleiche oder nahezu die gleiche Befallsstärke („schwach" = 2), wie an beiden bzw. einer der Testsorten aufgewiesen, wenn 0 und 1 als die Resistenzgrade nicht mitgezählt werden. Zu 17 % waren diese Stämme an den Klonen virulent, und es besteht das Verhältnis Resistent : Anfällig = 39 : 8 oder 1 : 0,20. — Die B-Stämme (Tabelle 2 und 4) haben als Impferfolge an den Klonen das Verhältnis R : A = 84 : 8 oder 1 : 0,09 ergeben, wobei als stärkster Befallsgrad „mäßig stark" (3) nur zweimal aufgetreten ist; sie haben sich auf den Testsorten Solanerbirne zu 67 % und Grüne Jagdbirne zu 33 %, auf den Klonen hingegen nur zu 9 % virulent erwiesen, d. h. ihre Virulenz ist auf Solanerbirne am deutlichsten. — Aus den Impfergebnissen mit den C-Stämmen an den Klonen (Tabelle 3 und 6) ist R : A = 35 : 10 oder 1 : 0,28 hervorgegangen, wovon „mäßig stark" (3) als höchster Befallsgrad siebenmal vorliegt. Während der Virulenzprozentsatz der Stämme auf den beiden Testsorten je 67 % beträgt, liegt er auf den Klonen bei 22 %, womit auch hier die Virulenz der Einsporlinien auf den Testsorten auffälliger ist. — Über die D-Stämme (Tabelle 3, 5 und 6) muß vorweg bemerkt werden, daß ihr Spender, Sämlingsklon (1950) Grüne Jagdbirne Nr. 1/4, sowie die gleichnamigen Wirtsklone von einem frei bestäubten Mutterbaum aus Süddeutschland und nicht von der hiesigen Testsorte Grüne Jagdbirne aus dem Sortiment herstammen, weswegen das Verhalten der D-Stämme auch auf dieser Testsorte wohl prüfenswert erscheint. Auch für diese Stämme gelten gleichsinnige Feststellungen hinsichtlich der Impfergebnisse an den Klonen: R : A = 88 : 6 oder 1 : 0,07, „stark" (4) einmal und „mäßig stark" (3)

Tabellentexte

Tabelle 2: Schorfbefallsergebnisse von zweijährigen, aus ausgelesenen resistenten Sämlingen hervorgegangenen Klonen (1949) nach Impfungen mit zehn Schorfeinsporlinien. 27./28. 7. 1950 bis 27. 8. 1951.

Tabelle 3: Impfergebnisse der 1951 ausgelesenen dreijährigen ± befallsfreien Sämlingsklone (1949) mit fünf Einsporlinien. 11. 7. bis 12. 8. 1952.

Tabelle 4: Impfergebnisse der befallsfreien einjährigen Sämlingsklone (1950) mit vier Schorfeinsporlinien. 7. 8. bis 5. 9. 1951.

Tabelle 5: a und 5 b: Impfergebnisse der befallsfreien zweijährigen Sämlingsklone (1950) mit zwei Einsporlinien. 10. 7. bis 11. 8. 1952.

Tabelle 6: Impfergebnisse von sieben einjährigen ± befallsfreien Birnenklonen (1951) mit sieben Einsporlinien. 8. 7. bis 5. 8. 1952.

Tabelle 2

Einsporlinien	von Solanerbirne 1950 (4) * A_1^{50}	A_2^{50}	A_3^{50}	A_4^{50}		von Triumph aus Jodoigne 1951 (5) * B_1^{51}	B_2^{51}	B_3^{51}	B_4^{51}	B_5^{51}	B_6^{51}
Abtestungen auf:											
Triumph aus Jodoigne	2	3	3	2	Solanerbirne	4	1	3	1	2	4
Grüne Jagdbirne	2	1	1	2	Gr. Jagdbirne	1	1	1	0	2	2
Klone: 1. IV/59	1	2	2	0		1	1	2	1	1	2
2. 76	2	1	0	2		2	0	3	1	–	1
3. 136	0	1	0	0		0	–	0	–	0	1
4. 138	1	1	0	0		0	0	0	0	0	0
5. 151	0	0	1	1		0	0	–	–	–	–
6. XIII/92	0	0	0	0		0	0	0	0	0	–
7. Oberösterreicher Weinbirne 9	0	0	0+	0+		–	–	–	–	–	–
8. Gr. Jagdbirne 6	0	0	0	0		0	–	0	–	1	1
9. „ „ 18	0	2	2	2		0	2	–	–	–	–
10. „ „ 19	0	1	1	0		1	0	0	0	0	0
11. „ „ 75	2	1	1	–		–	–	–		–	–
12. „ „ 79	0	1	0	0		–	–	–	–	–	–

Tabelle 4

Klone:							
1	IV/10	0	–	0	–	0	0
2.	12	0	–	1	–	0	0
3.	15	1	–	0	–	1	1
4.	42	1	–	0	–	0	0
5.	49	1	–	0	–	–	–
6.	69	1	–	1	–	–	–
7.	90	1	–	1	–	0	0
8.	132	3	–	1	–	–	–
9.	137	2	–	1	–	–	–
10.	145	1	–	0	–	0	0
11.	184	1	–	0	–	–	–
12.	189	0	–	0	–	–	–
13.	206	0	–	1	–	1	0
14.	XVI/6	1	–	1	–	–	–
15.	112	1	–	1	–	–	–
16.	190	0	–	0	–	0	0
17.	Mostbirn. a. Kirchheim	1	–	1	–	2	1

Zeichen: * eingeklammerte Zahl = Befallsbewertung; + = Zweig während des Versuchs abgestorben; — = nicht beimpft.

Tabelle 3

	von Grüne Jagdbirne 1952 (2) *				v. Sämlings. Kl. (1950) Gr. Jagdb. Nr. 1/4 (4)*			
	C_1^{52}	C_2^{52}	C_3^{52}	(1952)	D_1^{52}	D_2^{52}	D_3^{52}	D_4^{52}
Solanerbirne	1	2	2	Solanerbirne	2	3	3	4
Triumph a. Jodoigne	3	1	3	Gr. Jagdbirne	2	1	2	2
Klone: —	–	–	–	– –	–	–	–	–
—	–	–	–	– –	–	–	–	–
IV/136	0	2	3		0	0	–	–
138	0	0	0		0	0	–	–
151	0	0	0		0	0	–	–
XIII/92	0	0	0	– –	–	–	–	–
Oberösterreicher Weinbirne 9	0	0	0		0	0	–	–
Grüne Jagdbirne 6	–	–	–		0	0	–	–
—	–	–	–	– –	–	–	–	–
Grüne Jagdbirne 19	0	0	1		0	0	–	–
„ „ 75	3	2	3	– –	–	–	–	–
„ „ 79	1	0	0		0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
Tabelle 5a					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					1	1	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
					0	0	–	–
Tabelle 6								
Klone: 1. IV/84	0	0	0		1	0	0	1
2. 142	0	3	1		1	0	3	1
3. XVI/92	2	1	0		0	1	0	0
4. 134	0	1	3		0	0	2	2
5. Gr. Jagdbirne 12	1	1	0		0	1	0	1
6. III/11	3	0	3		1	4	1	2
7. 262	0	0	0		0	0	0	0
Tabelle 5b			Klone:	1. IV/13	0	0	–	–
				2. 89	0	0	–	–
				3. 156	1	1	–	–
				4. XIII/80	0	0	–	–
				5. 121	0	0	–	–
				6. XVI/152	0	0	–	–
				7. Oberösterr. Weinbirne 1	0	0	–	–
				8. Grüne Jagdbirne 1	3	1	–	
				9. Grüne Jagdbirne 10	0	0	–	–

zweimal als höchste Befallsgrade, sowie hinsichtlich des Virulenzprozentsatzes: auf Solanerbirne 100 %, auf Grüne Jagdbirne 75 % und auf den Klonen 6 %, d. i. Virulenz auf erster Testsorte am deutlichsten. — Prozentual, dem R : A-Verhältnis und der Häufigkeit der höchsten Befallsgrade entsprechend, ist die Virulenz der von der — unter den vier Schorfspendern am schwächsten befallenen — Sortimentssorte Grüne Jagdbirne isolierten C-Stämme am ausgeprägtesten hervorgetreten. — Während nun acht der betrachteten Einsporlinien (A_1^{50}, A_4^{50}, B_5^{51}, B_6^{51}, C_3^{52}, D_1^{52}, D_3^{52}, D_4^{52}) für beide der jeweiligen Testsorten mehr oder weniger virulent sind, läßt sich an den Klonen überhaupt kein durchgreifend virulenter Stamm auffinden (Tabelle 2 bis 6, senkrechte Zahlenreihen); lediglich an wenigen einzelnen Klonen je Stamm ist Virulenz feststellbar. Von insgesamt 278 Kloneimpfungen mit allen Stämmen sind 32 = 11 % virulent gewesen, was angesichts der den Klonen vorausgegangenen mehrjährigen Sämlingsprüfungen überrascht. —

Resistenz der Klone

In der als Gesamtübersicht über die Resistenz der Klone orientierenden Tabelle 7 haben sich die aus Impfungen mit verschiedenen Schorfstämmen hervorgegangenen Resistenzverhältnisse und -prozentsätze der drei Testsorten mit ihrer vorbonitierten Schorfanfälligkeit (s. eingeklammerte Zahlen) gleichsinnig bewegt. Das von allen Klonegruppen niedrigste Resistenzverhältnis

Tabelle 7

Resistenz der Klone
Gesamtübersicht

	Sorten, Klone	Anzahl	A : R – Verhältnis	%
A. Testsorten:	1. Triumph aus Jodoigne (5)	2	6 : 1 = 1 : 0,17	14
	2. Solanerbirne (4)	3	10 : 3 = 1 : 0,3	23
	3. Grüne Jagdbirne (2)	3	7 : 7 = 1 : 1,0	50
B. Klone:	4. IV	23	14 :130 = 1 : 9,3	90
	5. XIII	3	0 : 16 = vollresistent	100
	6. XVI	6	4 : 26 = 1 : 6,5	87
	7. Oberösterreicher Weinbirne	2	0 : 11 = vollresistent	100
	8. Grüne Jagdbirne	8	9 : 48 = 1 : 5,3	84
	9. Mostbirne aus Kirchheim	1	1 : 5 = 1 : 5,0	83
	10. III	2	4 : 10 = 1 : 2,5	71

A = anfällig, R = resistent

bzw. sein Prozentsatz bei Klonegruppe III liegt noch um 1,5 bzw. 21 % höher als die entsprechenden höchsten Werte der von Natur aus nur schwach (2) anfälligen Testsorte Grüne Jagdbirne. Die Klonegruppe XIII und Oberösterreicher Weinbirne sind vollresistent und IV ist hochresistent. Im einzelnen waren die Klone IV/138, 151 und Grüne Jagdbirne 19 gegen alle der verimpften Einsporherkünfte A bis D resistent (s. Tabelle 2 und 3!), und auch aus vielen Fällen, wo nur ein Teil der Herkünfte verimpft worden ist, läßt sich aus diesen Tabellen und den folgenden Totalresistenz ersehen. — Die stärksten Befallsgrade der anfälligen Klone sind als „stark" (4) einmal und „mäßig stark" (3) elfmal unter insgesamt 278 Impfungen vertreten. Im Endergebnis haben sich von 45 geprüften Klonen 32 = 71 % resistent erwiesen, d. h. parallel zu ähnlichen Resistenzuntersuchungen bei anderen Pflanzenkrankheiten haben auch gegen Birnenschorf als resistent ausgelesene und vermehrte Sämlinge mit der Befallsmöglichkeit durch mehrere virulente Schorfrassen zu rechnen. Andererseits jedoch sind die Ergebnisse für eine planmäßige Schorfresistenzzüchtung ermutigend. —

Zur Sicherung dieser Prüfungsergebnisse wurden 1953 32 Klone an Stelle von Einsporlinien mit fünf Schorfpopulationen von in diesem Jahre stark bis sehr stark befallenen Sorten getrennt beimpft; die weiteren 13 Klone konnten wegen geschwächter Entwicklung infolge der im Herbst 1952 notwendig gewordenen Verpflanzung noch nicht wieder geprüft werden. Das Impfgut stammt von den Sorten Winternelis, Triumph aus Jodoigne (die Klonnummern der damit beimpften Klone sind in den Tabellen 2, 4, 5 b und 6 gerade unterstrichen), St. Germain Vauquelin, Le Lectier und Solanerbirne (Klonnummern der hiermit beimpften Klone in den gleichen Tabellen punktiert unterstrichen; diese Klone wurden außerdem auch mit der Population von Triumph aus Jodoigne beimpft). Da die Impfergebnisse der in den angegebenen Tabellen bezeichneten Klone im ganzen sehr einheitlich ausgefallen sind, genügt hier ihre mit einzelnen Anmerkungen versehene summarische Wiedergabe (Tabelle 8).

Tabelle 8

Anzahl Klone	0	1	0 + 1	3	Anzahl Impfungen
32	83	8	91	2	93
	(89 %)	(9 %)	(98 %)	(2 %)	

Unter diesen Versuchsbedingungen sind mit Ausnahme von zwei Fällen keine der innerhalb der Schorfpopulationen möglichen Rassen für die geprüften Klone virulent gewesen. Die beiden Ausnahmefälle von „mäßig stark" (3) betreffen die Klone IV/89 nach Impfung mit der von Winternelis stammenden Population und Grüne Jagdbirne 75 durch die Population von So-

lanerbirne. Im übrigen sind die mittels der Population von Triumph aus Jodoigne erzielten Resistenzprüfungsergebnisse bei den Klonen IV/132, 137 und Mostbirne aus Kirchheim günstiger als die mittels der Einsporlinien gleicher Herkunft gewonnenen. Insgesamt haben also diese Ergebnisse die aus den Einsporlinien hervorgegangenen bestätigt, und es kann aus diesem Stand der Untersuchungen festgestellt und geschlossen werden, daß die überwiegende Mehrzahl der schorffesten Sämlingsauslesen an dem sehr befallsgünstigen Standort ihre Resistenz gegen eine Reihe unterschiedlicher Erregerrassen bewahrt hat und stark und durchgreifend virulente Rassen an ausgiebig vorgeprüften Sämlingsauslesen in diesem Gebiet verhältnismäßig selten erscheinen dürften, was die Birnschorfresistenzzüchtung dementsprechend begünstigt. —

Besprechung

Über die Schorfresistenz von Nachkommenschaften aus Kreuzungen schorfresistenter Sorten sind hier inzwischen von anderer Seite Versuche in Durchführung begriffen, worüber zu gegebener Zeit berichtet werden soll. Von STANTON (1953) sind jedoch bereits derartige Versuchsergebnisse bekanntgeworden. STANTON hat vier Nachkommenschaftsgruppen aus Kreuzungen von teilweise ziemlich schorfresistenten Sorten von vornherein geklont und diese — insgesamt 108 — Klone in zwei Versuchen mit 6 bzw. 14 Einsporlinien verschiedener Herkunft auf ihre Resistenz geprüft. Der Zusammenfassung seiner entsprechenden tabellarischen Übersichten zufolge hat er 45 (42 %) resistente Klone erhalten. — Während die Resistenzergebnisse der vorstehend betrachteten Sämlinge durch vorausgegangene mehrjährige Impfprüfungen mit anschließend strenger Auslese gesichert sind, hat STANTON dies in jedem seiner erstmaligen Versuche durch gleichzeitig wiederholte Impfungen erreicht. Im übrigen sind beide Wege mit Vor- und Nachteilen zur Erreichung desselben Zieles gangbar, und es ist bei der erblich starken Aufspaltung der Birnen außerdem nicht immer sicher, daß Nachkommenschaften aus Plankreuzung zu schnelleren und brauchbareren Ergebnissen führen als solche aus freier Bestäubung. — Neben der Blattschorfresistenz von Birnen interessiert als nächstwichtigste Forderung an diese Krankheitsresistenz die Fruchtschorfresistenz, zumal, wie experimentell erwiesen (SIEBS, 1951), die Früchte häufiger und stärker vom Schorf befallen werden als die Blätter. Da die Sämlinge und Klone jedoch noch nicht fruchten, konnte dieser Forderung noch nicht nähergetreten werden. Auch STANTON hat sich hierüber an seinem Versuchsmaterial offenbar noch nicht äußern können. Erst die Prüfung der Fruchtschorfresistenz aber wird darüber entscheiden, ob die Schaffung schorfresistenter Birnen, im Vergleich zu anderen Krankheitsresistenzproblemen, tatsächlich so aussichtsreich ist, wie das bisher erscheint. — Bei dem für den Kernobstbau wirtschaftlichen Gewicht dieser Krankheit dürften natürlich die genaue Kenntnis der Vererbung der Schorfresistenz und schließlich selbst

ein klarer Hinweis auf die Ursachen der Schorfresistenz sehr wertvoll sein. Über letzteres wird an anderer Stelle berichtet (SIEBS, 1954).

Zusammenfassung

1. Von zwölf in den Jahren 1947 bis 1949 herangezogenen, mehrere Jahre hindurch mit Konidienpopulationen beimpften Nachkommenschaften frei bestäubter Edel- und Mostsorten hatten sich sechs zu wenig mehr als 30 % blattschorfresistent erwiesen; es sind dies Nachkommenschaften der Sorten Flaschenbirne (XVI), Neue Poiteau (XIII), Frühe von Trévoux (IV), Grüne Jagdbirne sowie zwei nicht sortenmäßig bestimmte Sorten (VI und III), die, fünfjährigen Freilandbeobachtungen zufolge, nur teilweise nahezu schorffrei waren. Die Auslesen waren 1952 nach erneuter Beimpfung zu 94 % resistent. Von insgesamt 2050 bewerteten Sämlingen sind praktisch jedoch nur 2 % befallsfreie Sämlinge aus dem Versuchsmaterial hervorgegangen.

2. 17 Einsporlinien von vier Schorfspendern waren für Testsorten sowohl als auch für als resistent ausgelesene geklonte Sämlinge unterschiedlich virulent; jedoch war an diesen nur in einem Falle ein Stamm stark und kein Stamm durchgreifend virulent. Die von den vier Schorfspendern am schwächsten befallene Sortimentssorte Grüne Jagdbirne war unter den Quellen virulenter Einsporlinien am ausgeprägtesten hervorgetreten. Insgesamt waren die Schorfstämme an den Klonen zu 11 % virulent. — Die Resistenzverhältnisse bzw. -prozentsätze liegen bei allen Klonen deutlich höher als bei den Testsorten. Zwei Klonegruppen sowie eine ganze Reihe einzelner Klone sind vollresistent. Insgesamt sind die Klone zu 71 % resistent geblieben. Dieses Prüfungsergebnis konnte im folgenden Jahre nach Impfung mit fünf Schorfpopulationen von stark befallenen Sorten an den nicht durch Verpflanzung geschwächten Klonen bestätigt werden.

Zusammenfassend wird festgestellt und geschlossen, daß auch ausgiebig vorgeprüfte blattschorffeste Sämlingsauslesen noch von einzelnen mäßig virulenten Biotypen befallen werden können, stark und durchgreifend virulente, den Wert der Blattschorfresistenz somit vernichtende Schorfrassen jedoch an solchem Material in diesem befallsgünstigen Gebiet verhältnismäßig selten erscheinen dürften.

3. Erst die noch ausstehende Prüfung der Fruchtschorfresistenz der Sämlingsklone aber wird den tatsächlichen Wert der Schorfresistenz der Auslesen erbringen. — Im übrigen sollten zur Klärung dieses Resistenzproblems eine genügende Kenntnis der Vererbung der Schorfresistenz sowie wenigstens einige eindeutige Hinweise auf ihre Ursachen angestrebt werden.

Literaturverzeichnis

1. Herbst, W., 1937: *Venturia pirina* Aderhold. I. Zur Formenmannigfaltigkeit des Pilzes. Gartenbauw. **10**, 428—450.

2. Siebs, E., 1951: Über die Schorfanfälligkeit von Birnen und die Aussichten auf ihre Resistenzzüchtung. Phytopath. Z. **18**, 270—286.

3. Stanton, W. R., 1953: Breeding Pears for Resistance to the Pear Scab Fungus *Venturia pirina* Aderh. I. Variation in the Pathogenicity of *Venturia pirina*. Ann. Appl. Biol. **40**, 184—191.

4. — —, 1953: Breeding Pears for Resistance to the Pear Scab Fungus *Venturia pirina* Aderh. II. The Study of Field Resistance on selected Pear Seedlings and the Inheritance of Resistance in Seedling Pear Families under controlled Conditions. Ann. Appl. Biol. **40**, 192—196.

Kurze Mitteilungen

Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich
Direktor: Prof. Dr. E. Gäumann

Untersuchungen über den Stoffwechsel von *Fusarium lycopersici* mit Hilfe von radioaktivem Kohlenstoff

Vorläufige Mitteilung

Von
H. Kern und B. D. Sanwal

Mit 4 Abbildungen

Fusarium lycopersici Sacc., der Erreger einer Welkekrankheit der Tomatenpflanzen, bildet nach den bisherigen Erfahrungen in Reinkultur drei Welketoxine, nämlich das Lycomarasmin (z. B. Gäumann, Naef-Roth und Miescher, 1950; Boller, 1951; Zähner, 1954), die Fusarinsäure (Gäumann, Naef-Roth und Kobel, 1952) und das erst als Rohprodukt vorliegende Vasinfuscarin (Gäumann, Stoll und Kern, 1953). Lösungen dieser Welketoxine bewirken an abgeschnittenen Tomatensprossen ähnliche Schädigungen, wie sie der Pilz selbst verursacht, wenn er die Pflanzen als Parasit befällt. Es darf angenommen werden, daß *Fusarium lycopersici* diese Toxine auch während seiner parasitischen Lebensweise in der Wirtspflanze zu bilden vermag; doch ist der Beweis dafür noch nicht erbracht worden. Verschiedene methodische Schwierigkeiten, die sich der Klärung dieses und anderer Probleme des Stoffwechsels von Welkepilzen in den Weg stellen, dürften sich durch die Verwendung radioaktiver Isotope beseitigen lassen. In der vorliegenden Mitteilung möchten wir einige in dieser Richtung gehende Versuche schildern.

Die Untersuchungen wurden durch einen Beitrag der Fritz-Hoffmann-La-Roche-Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Arbeitsgemeinschaften in der Schweiz ermöglicht. Der zweitgenannte Verfasser erhielt ferner Beiträge von der Schweizerischen Kommission für Technische Hilfe und von der Volkart-Stiftung in Winterhur. Die Aktivitätsbestimmungen konnten wir im Organisch-chemischen Laboratorium der E. T. H ausführen: Herrn Prof. Dr. V. Prelog und Herrn Dr. J. Würsch sei für ihre freundliche Mithilfe bestens gedankt.

Wir untersuchten zunächst das Verhalten eines stark pathogenen (Nr. R-5-6) und eines schwach pathogenen Stammes (Nr. 257; vgl. KERN, 1952) von *Fusarium lycopersici* gegenüber radioaktivem, in der Methylgruppe mit C^{14} markiertem Glykokoll. Die verwendete Nährlösung enthielt im Liter 25 g Glykokoll (das je nach Versuch zum Teil in radioaktiver Form zugegeben wurde), 7 g Ammonnitrat, 5 g Dikaliumphosphat, 2,5 g Magnesiumsulfat und 0,02 g Ferrichlorid. Mit diesen Nährstoffen vermag der Pilz seine drei Welketoxine zu bilden.

1. Versuchsreihe

Versuchsfrage: Lassen sich Myzel und Konidien von *Fusarium lycopersici* mit radioaktivem Kohlenstoff markieren?

Die abgestufte Mengen markierten Glykokolls enthaltende Nährlösung (endgültige Konzentration 30—110 μC/ml) wurde unter Zugabe von 2 % Agar in einer dicken Schicht auf sterile Objektträger gegossen, mit Konidien des Pilzes beimpft und im Dunkeln in einer feuchten Kammer inkubiert. Die gebildeten Konidien wurden durch Zentrifugieren so oft mit sterilem, destilliertem Wasser gewaschen, bis das Waschwasser nicht mehr meßbar

Abb. 1. Ruhende und gekeimte, radioaktiv markierte Konidien von *Fusarium lycopersici* Sacc. Aktivität des Nährmediums 90 μC/ml; Näheres im Text. Vergr. 15
Photogr. Institut E. T. H.

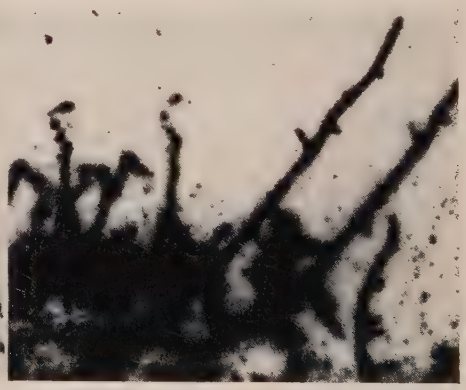


Abb. 2. Radioaktiv markiertes Myzel von *Fusarium lycopersici* Sacc. Aktivität des Nährmediums 90 μC/ml; Näheres im Text. Vergr. 10
Photogr. Institut E. T. H.

radioaktiv war. Die Konidien selbst blieben dabei radioaktiv. Auf Objektträgern mit inaktivem Nährmedium keimten sie und wuchsen zu einem kleinen Myzel aus. Zum Nachweis der Radioaktivität wurden die Objektträger mit Konidien und Myzel während 12 Stunden bei 80° C getrocknet und im Dunkeln während 7 bis 14 Tagen mit „EASTMAN-KODAK No-screen X-ray film" exponiert. Zur Entwicklung diente KODAK D-19b-Entwickler.

Die Abb. 1 und 2 zeigen, daß sich Myzel und Konidien von *Fusarium lycopersici* radioaktiv markieren und im Auto-

radiogramm sichtbar machen lassen, wie dies in ähnlicher Weise auch für andere pflanzenpathogene Pilze gezeigt wurde (z. B. Wheeler, 1952, 1953; Hoffmann und Zuckerman, 1954). Die beiden von uns geprüften Stämme von *Fusarium lycopersici* unterschieden sich in diesen Versuchen nicht.

2. Versuchsreihe

Versuchsfrage: Wie hoch ist die Keimungsrate der Konidien von *Fusarium lycopersici*, die auf einem Nährboden von abgestufter Radioaktivität herangewachsen sind?

Konidien von *Fusarium lycopersici*, die auf verschieden stark radioaktiven Medien gewachsen waren, wurden nach sieben Tagen geerntet und mit sterilem Wasser gewaschen, bis das Waschwasser frei von Radioaktivität war. Tropfen von Konidiensuspensionen der einzelnen Stufen, die etwa 5000 Konidien enthielten, wurden mit je einem Tropfen Richard-Nährlösung gemischt und auf Objektträgern bei 27° C feucht inkubiert. Nach 24 Stunden wurden je 500 Konidien ausgezählt. Die Ergebnisse eines Versuchs sind in Abb. 3 dargestellt. Mit steigender Aktivität des Mediums nimmt die Keimkraft der Konidien deutlich ab; bei 110 μC/ml ist sie nach sieben Tagen rund auf die Hälfte gesunken.

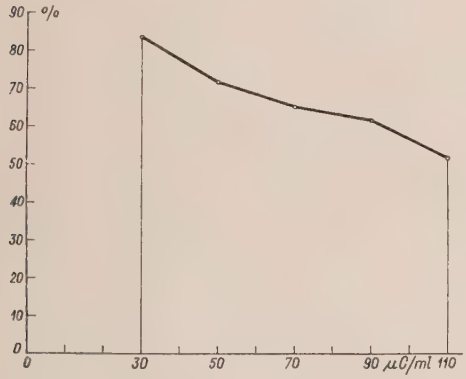


Abb. 3. Die Keimkraft der Konidien von *Fusarium lycopersici* (Stamm R-5-6) in Abhängigkeit von der Radioaktivität des Nährmediums, auf dem sie gebildet wurden. Abszisse: Radioaktivität des Mediums. Ordinate: Keimung der Konidien in % der Kontrolle

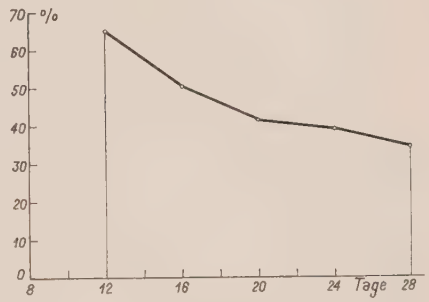


Abb. 4. Die Keimkraft der auf einem radioaktiven Medium (90 μC/ml) gebildeten Konidien von *Fusarium lycopersici* (Stamm R-5-6) in Abhängigkeit vom Alter der Kulturen. Abszisse: Kulturdauer in Tagen. Ordinate: Keimkraft der Konidien in % der gekeimten Konidien aus Kontrollkulturen entsprechenden Alters

3. Versuchsreihe

Versuchsfrage: Wie verändert sich die Keimkraft der Konidien von *Fusarium lycopersici*, die auf einem Medium mit konstanter Radioaktivität gebildet werden, bei steigender Kulturdauer?

Der Pilz wurde nach der beschriebenen Methode bei 90 μC/ml gezüchtet und die Konidien nach abgestuften Wachstumszeiten gewaschen und auf ihre Keimung geprüft. Abb. 4 zeigt, daß die Keimungsrate mit zunehmender Kulturdauer abnimmt. Sie beträgt jedoch nach zwölf Tagen immer noch 65 %; es lassen sich also bei diesem Vorgehen genügend markierte und keimfähige Konidien gewinnen.

4. Versuchsreihe

Versuchsfrage: Behält das auf radioaktivem Nährmedium gewachsene Myzel von *Fusarium lycopersici* seine Infektionsfähigkeit und Pathogenität?

Das bei 90 μC/ml während 8, 12 oder 16 Tagen gewachsene Pilzmyzel wurde wie üblich gewaschen und mechanisch zerkleinert. Junge Tomatenpflanzen wurden mit den Wurzeln in eine Suspension des Myzels getaucht und wieder eingepflanzt. Auf inaktivem Nährboden gewachsenes Myzel gleichen Alters diente als Kontrolle. In allen Fällen ließ sich der Erreger mindestens in der Wurzel nachweisen; die Infektion war also wie in früheren Versuchen (Kern, 1952) beim pathogenen und beim nicht pathogenen Stamm zustande gekommen. Beim nicht pathogenen Stamm zeigten sich nirgends Krankheitssymptome. Die während 8 und 12 Tagen auf radioaktivem Substrat gewachsenen und alle auf inaktivem Substrat gewachsenen Myzelien des pathogenen Stammes lösten innerhalb 14 Tagen die üblichen Krankheitssymptome aus; nur bei dem während 16 Tagen auf radioaktivem Nährboden gewachsenen Myzel wurde die Erkrankung erst wesentlich später äußerlich sichtbar.

Es ist demnach auf diese Weise möglich, Tomatenpflanzen mit markiertem Myzel von *Fusarium lycopersici* zu infizieren und den Stoffwechsel des Pilzes in der infizierten Pflanze zu verfolgen.

5. Versuchsreihe

Versuchsfrage: Lassen sich in infizierten Tomatenpflanzen radioaktive Stoffwechselprodukte des Pilzes nachweisen?

Wie in den eben beschriebenen Versuchen wurden Tomatenpflanzen mit markiertem Myzel von *Fusarium lycopersici* infiziert und die Ausbreitung des Myzels und das Auftreten radioaktiver Stoffwechselprodukte untersucht.

In den mit dem pathogenen Stamm R-5-6 infizierten Pflanzen war bereits nach 36 Stunden etwa 13—15 cm über der Stengelbasis Radioaktivität vorhanden. Das Myzel des Pilzes war in dieser Zeit kaum wesentlich über die Infektionsstelle hinausgewachsen. In den folgenden Tagen breiteten sich die radioaktiven Stoffwechselprodukte in die oberen Stengelpartien und in die Blätter aus. Unter unseren Versuchsbedingungen traten die ersten Symptome an den Fiederblattspitzen (Foster, 1946) am vierten oder fünften Tage auf; sie zeigten sich jedoch nur an einzelnen Blättern,

während andere noch intakt blieben. Die Messung der Radioaktivität ergab für eine Serie von 20 Blättern mit deutlichen Symptomen ein Mittel von 580 Impulsen pro Minute (bezogen auf Proben von 25 mg Trockensubstanz), für eine Serie von 20 intakten Blättern dagegen ein Mittel von nur 148 Impulsen pro Minute. In allen diesen Blättern war kein Pilzmyzel nachzuweisen. Dieser Unterschied in der Radioaktivität erkrankter und gesunder Blätter spricht für die Annahme, daß vom Myzel aus toxische Stoffwechselprodukte nach oben wandern und die charakteristischen Krankheitssymptome auslösen.

Auch im Stengel der mit dem nicht pathogenen Stamm infizierten Pflanzen treten 72 Stunden nach Infektion radioaktive Stoffwechselprodukte auf und wandern in den Gefäßen nach oben. Krankheitssymptome wurden in unseren Versuchen durch diesen Stamm nicht ausgelöst; die von ihm gebildeten radioaktiven Stoffe dürften daher zum großen Teil ungiftig sein.

Nach den ersten Ergebnissen finden sich unter den (giftigen und ungiftigen) radioaktiven Stoffwechselprodukten der beiden Stämme vor allem Aminosäuren, Zucker und Proteine. Vor allem die Proteinfraktion ist beim pathogenen Stamm wesentlich höher als beim nicht pathogenen Stamm. Über die Versuche zur chemischen Identifizierung dieser Stoffe wird später zu berichten sein.

Literaturverzeichnis

Boller, A., 1951: Über Lycomarasmin, ein welkaktives Stoffwechselprodukt aus *Fusarium lycopersici* Sacc. Diss. E. T. H. 122 S.

Foster, R. E., 1946: The first symptom of tomato *Fusarium* wilt: clearing of the ultimate veinlets in the leaf. Phytopathology **36**, 691—694.

Gäumann, E., Naef-Roth, St. und Kobel, H., 1952: Über Fusarinsäure, ein zweites Welketoxin des *Fusarium lycopersici* Sacc. Phytopath. Z. **20**, 1—38.

— —, — — und Miescher, G., 1950: Untersuchungen über das Lycomarasmin. Phytopath. Z. **16**, 257—288.

— —, Stoll, Ch. und Kern, H., 1953: Über Vasinfuscarin, ein drittes Welketoxin des *Fusarium lycopersici* Sacc. Phytopath. Z. **20**, 345—347.

Hoffmann, P. F. und Zuckerman, B. M., 1954: Oak wilt fungus labeled with C^{14}. Science **120**, 106—108.

Kern, H., 1952: Über die Beziehungen zwischen dem Alkaloidgehalt verschiedener Tomatensorten und ihrer Resistenz gegen *Fusarium lycopersici*. Phytopath. Z. **19**, 351—382.

Wheeler, H. E., 1952: The use of radiocarbon for tagging fungi. Phytopath. **42**, 431—435.

— —, 1953: Detection of microbial toxins by the use of radioisotopes. Phytopath. **43**, 236—238.

Zähner, H., 1954: Über den Einfluß der Ernährung auf die Toxinempfindlichkeit von Tomatenpflanzen. Phytopath. Z. **23**, Heft 1.

Aus dem Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg
(Vorstand: Prof. Dr. K. Gösswald)

und dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich
(Vorstand: Prof. Dr. E. Gäumann)

Über Einwirkungen des Saugaktes von *Myzus padellus* HRL. & Rogers (*Aphidinae, Mycini* CB.) auf den Wasserhaushalt von *Prunus Padus* L.*)

Vorläufige Mitteilung

von

W. Kloft

Mit 1 Abbildung

1. Einleitung

Durch die Nahrungsaufnahme stechend-saugender Insekten wird vermutlich die Wasserbilanz der Wirtspflanzen beeinflußt; dies dürfte vor allem dann der Fall sein, wenn (wie bei den meisten Aphiden und Cocciden) die Siebröhren direkt angestochen und in verschwenderisch erscheinender Weise relativ große Mengen von Pflanzensaft aufgenommen und als flüssiger „Honigtau" wieder abgegeben werden. Es soll jedoch nicht die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung sein, festzustellen, ob eine Pflanze mehr Wasser aufnehmen muß, um bei zusätzlichem Flüssigkeitsverbrauch durch saugende Läuse ihr Frischgewicht zu halten. Hier interessiert zunächst nur die Frage, ob beim Einstich bzw. beim Herausziehen der Stechborsten aus dem Pflanzengewebe meßbare Veränderungen der Wasseraufnahme und Transpiration der betreffenden Pflanzenteile auftreten. Da vor allem beim Einstich, aber zum Teil auch beim Saugen selbst durch den Speichelkanal der Stechborsten Speichelsekrete in die Pflanze injiziert werden (Weber, 1933), erwarteten wir

*) Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Institut für spezielle Botanik der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Gewährung des Reisestipendiums, Herrn Prof. Gäumann für gastliche Aufnahme, Rat und Hilfe bestens gedankt.

besonders beim Einstich Veränderungen im Wasserhaushalt als Folge der Speichelwirkung.

2. Methodik

Für unsere Versuche kam die von GÄUMANN und Mitarbeitern (1947, 1952, 1954) für die Bearbeitung von Welkeproblemen gebaute Apparatur zur Verwendung. Unter konstanter Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit wurde die Wasseraufnahme von Pflanzensprossen durch stündliche Ablesungen am horizontalen Rohr eines Potetometers, die Wasserabgabe durch ständige Registrierung des Gewichtsverlustes der auf einer Waage stehenden Pflanzen gemessen. Bei den Untersuchungen über Welketoxine werden die Sprosse in Wasser akklimatisiert und nach Erreichen gleichmäßiger Werte von Wasseraufnahme und Transpiration in eine Giftlösung gebracht; die Pflanzensprosse nehmen also das Toxin durch den Stengel auf. In unserem Falle wurden dagegen die in Potetometer eingesetzten unverlausten Sprosse von *Prunus Padus* nach Erreichen des Gleichgewichtes mit einer bestimmten Individuenzahl der auf *Prunus Padus* vorkommenden Aphide *Myzus padellus* HRL & Rogers besetzt. Die vorher in feuchten Kammern aufbewahrten hungernden Tiere wurden mit einem feinen Haarpinsel möglichst gleichmäßig auf die Blätter des Sprosses verteilt. Verwendet wurden weibliche L_3 und L_4 sowie ungeflügelte Virgines im Imaginalstadium. 70 bis 90 % der Tiere stachen sofort auf der Unterseite der Blätter bzw. an den zarten oberen Sproßenden ein und begannen zu saugen. Die tatsächliche Zahl saugender Läuse konnte beim Wegnehmen der Tiere, die mit dem Pinsel nach verschieden langer Zeit abgestreift wurden, festgestellt und auf die Blattfläche bezogen werden. Die Blattfläche wurde nach dem Versuch mit einem Polarplanimeter ausgemessen; alle Werte für Wasseraufnahme und Transpiration wurden auf eine Fläche von 50 cm^2 bezogen. Die Kombination mehrerer Meßreihen zum Zwecke statistischer Sicherung war nicht ohne weiteres durchführbar, weil bei diesen als Vorarbeit zu wertenden Versuchen die vorangegangene Hungerzeit der Läuse sowie deren Einwirkungszeit noch nicht streng genormt war. Während der zur Verfügung stehenden Zeit konnten 18 mal Traubenkirschenzweige mit Läusen besetzt werden. Die Versuche wurden bei 22 ° C, 70 % relativer Feuchtigkeit und Dauerbelichtung von rund 2000 Lux durchgeführt. Die Sprosse wurden vor Versuchsbeginn mindestens acht bis zehn Stunden an diese Verhältnisse akklimatisiert.

3. Veränderungen der Wasserbilanz nach Aufsetzen und Wegnehmen der Läuse

Das Aufsetzen von 100 bis 150 Läusen erforderte jeweils 20 Minuten; während dieser Zeit mußte die Pflanze von der Waage genommen werden. Bei erstmaligem Aufsetzen von Läusen auf einen Sproß ging in 73 % der Fälle die Wasseraufnahme im Verlaufe der nächsten Stunde schockartig um durchschnittlich 24 % (min. 11 %, max. 45 %) des Durchschnittswertes der

vorigen zwei bis drei Stunden zurück; entsprechend fielen in 82 % der Versuche die Transpirationswerte um durchschnittlich 34 % (min. 12 %, max. 65 %) ab. Bei den restlichen Fällen stieg die Wasseraufnahme bzw. der Transpirationswert in der ersten Stunde an, um in der nächsten Stunde wieder unter den Ausgangswert abzufallen. Die Läuse wurden nach verschieden langer Zeit wieder von den Sprossen abgenommen; in einigen Fällen wurden nach mehreren Stunden Pause erneut Läuse aufgesetzt. Bei diesem

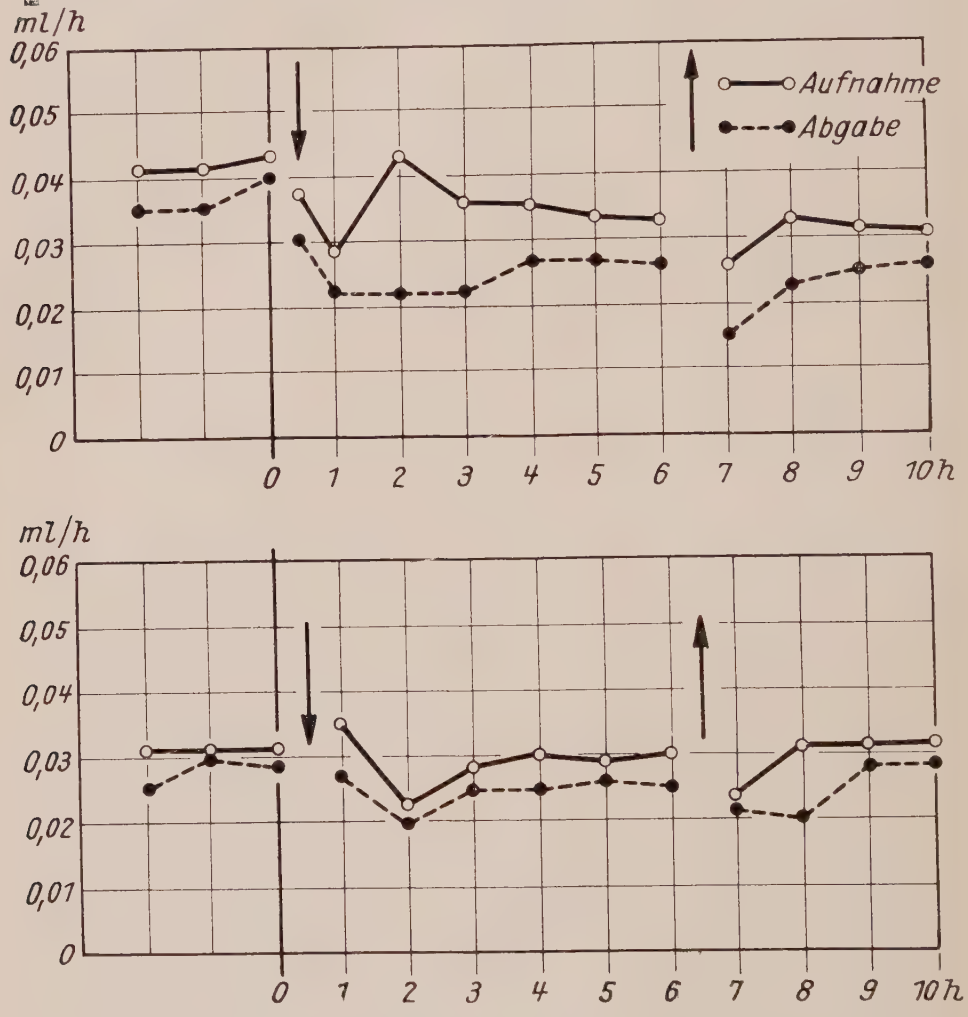


Abb. 1. Der Wasserhaushalt abgeschnittener Sprosse von *Prunus Padus*, die nach erfolgter Akklimatisierung mit 150 Blattläusen (= 13 bis 15 Läuse auf 50 cm² Blattfläche) besetzt wurden. Das Aufsetzen der Läuse erfolgte bei ↓, das Wegnehmen bei ↑. Abszisse: Versuchsdauer in Stunden (es wird nur ein Ausschnitt wiedergegeben). Ordinate: Wasseraufnahme (ausgezogene Kurve) und Wasserabgabe (Gesamttranspiration; gestrichelte Kurve) in ml/h. Alle Werte sind auf 50 cm² Blattfläche bezogen. Die beiden Kurven stellen zwei Einzelversuche dar und entsprechen den beiden im Text beschriebenen Reaktionsnormen

zweiten Aufsetzen waren die Erscheinungen gleichartig, jedoch gingen hier in 50 % der Fälle die Werte zuerst hinauf, um dann abzufallen. Die Effekte waren jedoch deutlich geringer als beim erstmaligen Aufsetzen; die Wasseraufnahme fiel nur um 11 %, die Transpiration nur um 20 % ab. Die Anzahl der Versuche mit mehrmaligem Aufsetzen von Läusen auf denselben Sproß ist noch zu gering, um aus diesem Wirkungsabfall auf eventuell auftretende Desensibilisierungseffekte im Sinne von GÄUMANN und NAEF-ROTH (1953) schließen zu können.

In allen untersuchten Fällen sinkt die Wasseraufnahme nach dem Aufsetzen der Läuse entweder sofort oder nach kurzfristiger Erhöhung ab (Abb. 1). In der zweiten und dritten Stunde steigt sie wieder an und stellt sich in der Höhe des Ausgangswertes oder etwas darunter auf einen neuen konstanten Wert ein. Dieser Kurvenverlauf dürfte durch zwei Faktoren bedingt sein: 1. Der Wasserverlust des Sprosses wird um die von den Läusen aufgenommene Flüssigkeitsmenge vergrößert. Diese Erhöhung der Wasserabgabe hat eine (vorübergehende) Erhöhung der Wasseraufnahme zur Folge. 2. Der Läusespeichel wirkt auf das Plasma der Wirtszellen toxisch und setzt offenbar vor allem die Wasserpermeabilität herab. Daraus resultiert eine Drosselung des gesamten Wasserumsatzes, und die Kurven der Wasseraufnahme und der Transpiration sinken gleichsinnig ab. Die Giftwirkung des Läusespeichels würde also dem (durch die von den Läusen aufgenommene Flüssigkeitsmenge bedingten) Ansteigen der Wasseraufnahme entgegenwirken. Der Kurvenverlauf hängt davon ab, wieviele Läuse auf einer bestimmten Blattfläche einstechen bzw. saugen und wie rasch das Gift wirkt. Die Arbeiten zur Untersuchung dieser Zusammenhänge werden fortgesetzt.

Die Arbeiten von RAWITSCHER (1933) machen es wahrscheinlich, daß die Speichelsekretion von Läusen, die das Phloem anstechen (zu denen auch *Myzus padellus* gehört), aufhört, sobald die Stechborsten in die Siebröhren eingedrungen sind. Die nur vorübergehende Speichelsekretion dürfte erklären, wieso der Wasserumsatz einige Zeit nach dem Aufsetzen der Läuse wieder ansteigt.

Beim Wegnehmen der Läuse fällt die Wasseraufnahme in drei Vierteln der Fälle schockartig um 15 bis 20 % ab; die Wasserabgabe geht in ähnlichem Ausmaß zurück. Dafür dürften wiederum zwei Faktoren verantwortlich sein: 1. Die Wasserentnahme durch die Läuse hört auf, und dementsprechend wird weniger Wasser von unten nachgesogen. 2. Der gleichsinnige Rückgang von Wasseraufnahme und Transpiration ist offenbar auch hier auf eine Giftwirkung des Läusespeichels zurückzuführen. Es ist anzunehmen, daß beim gewaltsamen (jedoch unter Schonung der Läuse vorsichtig mit einem feinen Haarpinsel vorgenommenen) Herausziehen der Mundwerkzeuge reflektorisch erneut Speichelsekrete in das Gewebe ergossen werden. Doch ist auch diese Wirkung nur vorübergehend, und nach zwei bis drei Stunden steigen Wasseraufnahme und -abgabe meist wieder auf die alte Höhe an.

Literaturverzeichnis

Gäumann, E. und Jaag, O., 1947: Die physiologischen Grundlagen des parasitogenen Welkens I—III. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **57**, 3—34, 132—148, 227—241.

— —, Kern, H. und Sauthoff, W., 1952: Untersuchungen über zwei Welketoxine. Phytopath. Z. **18**, 404—415.

— —, Naef-Roth, St., Reusser, P. und Ammann, A., 1952: Über den Einfluß einiger Welketoxine und Antibiotika auf die osmotischen Eigenschaften pflanzlicher Zellen. Phytopath. Z. **19**, 160—220.

— — und Naef-Roth, St., 1953: Über einen mutmaßlichen Desensibilisierungseffekt bei einem Welketoxin. Phytopath. Z. **20**, 133—166.

— —, Richle, K. H., Riggenbach, A. und Flück, V., 1954: Über die Wirkung von Pyramidon auf pflanzliche Zellen. Phytopath. Z. **21**, 279—310.

Rawitscher, F., 1933: Wohin stechen die Pflanzenläuse? Z. f. Botanik **26**.

Weber, H., 1933: Aphidinae. Blattläuse. In Schulze, Biologie der Tiere Deutschlands **31**, 209—286.

Besprechungen

Arx, J. A. von und **Müller, Emil,** Die Gattungen der amerosporen Pyrenomyceten. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, **11,** Heft 1, Kommissionsverlag Buchdruckerei Büchler, Bern, 1954, 434 Seiten, Groß-8°, 119 Textfiguren. Preis Fr. 30,—.

In den letzten fünfzig Jahren hat die Systematik der Ascomyceten einen größeren Umbau erfahren. Insbesondere haben sich die Anschauungen über die höheren systematischen Gruppen — Unterklassen und Reihen — weitgehend geändert. Leider vermochte aber die Systematik der niederen Einheiten modernen Auffassungen nicht zu folgen; die neu aufgestellten oder neu umschriebenen Reihen wurden meistens nur mit Beispielen von Familien, Gattungen oder Arten belegt, während man von den zahlreichen nicht erwähnten Formen mehrheitlich nicht weiß, wohin sie zu stellen sind.

Das vorliegende Buch versucht nun, bei dem Teil der Pyrenomycetengattungen, welche durch einzellige Sporen (amerospor) charakterisiert sind, diese Lücke auszufüllen. Die Arbeit ist als erster Schritt für eine Gesamtbearbeitung gedacht. Ihr Ziel ist, die bisher beschriebenen Gattungen kritisch zu sichten, einheitlich zu umschreiben und soweit notwendig in Form von Fruchtkörperquerschnitten figürlich darzustellen. Die wundervollen Abbildungen machen das Studium des grundlegenden Werkes auch für den Nichtspezialisten zu einem Genuß.

Sofern das betreffende Material beschafft werden konnte, liegen den Diagnosen und Zeichnungen die Originalstücke zugrunde. In den weitaus meisten Fällen wurden die Gattungstypen untersucht, aber auch weitere Arten, insbesondere Typen von Gattungssynonymen zur Darstellung der Variabilität innerhalb der Gattungen mit einbezogen. Eine weitere wichtige Aufgabe ist die Einordnung der Gattungen in Familien und dieser in Reihen, welche ebenfalls einheitlich umschrieben und gegen ihre Verwandten abgegrenzt werden. Den im Text eingebauten Bestimmungsschlüsseln für Familien und Gattungen wird besonderer Wert zugemessen.

Die Gliederung des Buches ist durch die Materie vorgezeichnet. In der Einleitung legen die Autoren ihre Einteilungsprinzipien dar und geben auch einen Überblick über ihre Auffassung des Ascomycetensystems. Die weiteren Kapitel umfassen die Reihen der *Dothiorales* mit den Familien *Botryosphaeriaceae, Entopeltaceae* und *Mesnieraceae, Phacidiales* mit den Familien *Phacidiaceae, Cryptomycetaceae* und *Hypodermataceae, Sphaeriales* mit den Familien *Melanosporaceae, Polystigmataceae, Sphaeriaceae, Nectriaceae, Cryptosporellaceae* und *Xylariaceae* (einschließlich *Sordariaceae*) und *Diaporthales* mit der Familie *Diaporthaceae.* Mehr als Anhang folgt die zu den *Plectascales* zu stellende Familie der *Coronophoraceae,* und am Schluß werden die auszuschließenden, zu streichenden, unsicheren und wegen Materialmangels nicht nachgeprüften Gattungen in alphabetischer Reihenfolge erwähnt und kurz besprochen. Die Arbeit wird durch ein ausführliches, besonders auch die neueren Arbeiten berücksichtigendes Literaturverzeichnis sowie durch Register ergänzt.

Die Bearbeitung eines so umfangreichen Materials — das Gattungsregister umfaßt mehr als 500 Namen — hat ziemlich weitgehende nomenklatorische Konsequenzen. Eine größere Zahl von Gattungen können miteinander vereinigt werden (z. B. *Physalosporina* Wor. mit *Polystigma* D. C. oder *Bagnisiopsis* Th. et Syd. mit *Coccostroma* Th. et Syd.). Die umfangreiche, vielen Autoren aber schon seit längerer Zeit als heterogen bekannte Gattung *Physalospora* Niessl wird auf Grund ihres Gattungstypus neu umschrieben und

zu den *Sphaeriales* gestellt. Nur noch fünf der über 300 beschriebenen Arten können in der Gattung bleiben; die übrigen werden — soweit den Autoren das betreffende Material zugänglich war — in die richtigen Gattungen eingeordnet. Die vielen, meist auf tropischen Wirten beschriebenen *Glomerella*-Arten werden größtenteils unter dem Namen *Glomerella cingulata* (Stonem.) Sp. et v. Schr. miteinander vereinigt, weil es unmöglich ist, sie morphologisch auseinanderzuhalten.

GÄUMANN, Zürich

Vincenzo Rivera, Malattie delle Piante (Affezioni parassitarie), Tipografia dell'Orfanotrofio Maschile 1943—1954, Amatrice (Rieti). L. 9000,—.

Il Prof. V. RIVERA ha da pochi mesi licenziato il suo trattato „Malattie delle piante", che per la prima metà era uscito già durante la guerra. L'A. aveva allora trattate le Virosi e le Batteriosi ed ora vi ha aggiunto le Micosi e le malattie Fanerogamiche.

Anche per le Micosi ha seguito il criterio del raggruppamento della materia già usato con buoni risultati per le Virosi e le Batteriosi, cioè la divisione delle malattie in 3 raggruppamenti fondamentali a seconda degli effetti più appariscenti rilevati sulla pianta ammalata e del loro significato biologico: 1) malattie deviative dei piani di accrescimento, 2) malattie rallentatrici del ritmo di accrescimento, 3) malattie distruttrici dei tessuti (necrosanti).

Questa sistemazione della materia, che non pretende di essere perfetta anche perchè esistono fra questi 3 gruppi moltissimi casi intermedi o cumulativi, ha un incontestabile valore didattico perchè si presta bene all'esposizione discorsiva e nel contempo sintetica degli argomenti. Soprattuto la parte speciale, generalmente monotona e pesantemente mnemonica, trae netto vantaggio da questo sistema snello di esposizione, che permette, con notevole rigore, di raccogliere i lati comuni dei singoli problemi trattati, ponendo via via in rilievo solo gli elementi differenzali. Inoltre questo modo di riunire la materia offre la possibilità di cogliere frequentemente singolari raffronti anche nel settore della terapia. I quadri sintetici delle malattie nei vari raggruppamenti riassumono poi molto utilmente la vasta materia. L'introduzione micologica, semmai, potrebbe in alcuni punti lasciare perplesso un micologo di professione; si deve tuttavia tener conto che l'A., come egli stesso riconosce a pag. 258, si è preoccupato anzitutto di esporre con la massima possibile semplicità la visione d'insieme dei problemi micologici, specialmente in relazione ai fatti parassitari. Questa intenzione ci sembra giustifichi qualche sacrificio fatto al rigore sistematico.

La parte generale, sebbene non ancora ordinata in un unico corpo, occupa buona parte del trattato ed é tracciata con mano sicura. I vari motivi vi si succedono seguendo dal principio alla fine lo sviluppo della vicenda parassitaria, senza che venga a mancare mai la tensione del filo conduttore.

In conclusione ci sembra che i due fini fondamentali che l'A. si era proposto nell'accingersi a questa fatica, siano stati raggiunti. Anzitutto questo libro vuol essere una reazione alla mentalità piuttosto diffusa con cui molti trattatisti allineano notizie su notizie, spesso contrastanti, senza una maturata elaborazione critica dei dati sperimentali. In secondo luogo l'esposizione ha il pregio di essere assai chiara ed accessibile anche ai non iniziati; il che è assai importante perchè permette alla materia di uscire dal suo isolamento per aprirsi all'interesse di una cerchia sempre più vasta, non solo di studiosi di altre discipline, ma anche di persone di media cultura o comunque non specializzate. Per queste ragioni auguriamo al trattato del Prof. RIVERA il successo che merita.

CESARE SEMPIO, Perugia

Grundriß der Forstpathologie

Von Prof. Dr. F. SCHWERDTFEGER

1950. 210 Seiten mit 139 Abbildungen. In Ganzleinen DM 13,60

Der „Grundriß" vermittelt einen alles Wesentliche umfassenden Überblick über die Grundtatsachen der Waldkrankheitslehre. Insbesondere macht er mit den wirtschaftlich wichtigen Krankheiten und Schädigungen des Waldes, mit ihrer Entstehung, ihrem Verlauf und ihren Auswirkungen sowie den Möglichkeiten ihrer Verhütung und Bekämpfung eingehend bekannt. Die textliche Darstellung ist kurz und prägnant gefaßt und durch viele instruktive Abbildungen unterstützt. Wer sich rasch und gründlich über die einschlägigen Fragen orientieren will, wird dieses reich illustrierte Buch gern zur Hand nehmen.

„Das außerordentlich weitläufige und mit unendlich viel Einzeltatsachen belastete Gesamtgebiet des Forstschutzes ist hier in einer abgerundeten und umfassenden Darstellung sehr gewandt behandelt. Dank sehr klarer Begriffsbildung und eines meisterhaften Stils ist mit wenigen Zeilen jeweils das Wichtigste gesagt." Forstwissenschaftliches Centralblatt

---

Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur 1940—1945

Herausgegeben von der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem

Bearbeitet von Dr. J. BÄRNER

2 Bände, 1356 Seiten, brosch. DM 97,—

Die „Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur" erschien erstmalig im Jahre 1921. Bis 1944 wurden fortlaufend 21 Bände herausgegeben, die eine Zusammenfassung der gesamten Weltliteratur des Pflanzenschutzes bis zum Jahre 1939 enthielten.

In Fortsetzung dieser Veröffentlichungen erscheint hiermit eine Literaturzusammenfassung für die Jahre 1940—45. Weitere sollen in kurzen Abständen folgen, wobei zunächst die Veröffentlichung der Literatur der Jahre 1946 und 1951 vorbereitet wird. Auf diese Weise soll einerseits die noch vorhandene Lücke in der Literaturnachweisung baldigst geschlossen und andererseits die moderne Pflanzenschutzliteratur möglichst schnell laufend und vollständig der wissenschaftlichen Welt zugängig gemacht werden. Die beiden vorliegenden Bände enthalten etwa 26 900 Literaturzitate und ein Autorenverzeichnis von über 11 000 Namen.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Soeben erschien:

Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen und ihre Bekämpfung

Von Dr. HEINRICH PAPE

Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Vorsteher des Laboratoriums für gärtnerischen Pflanzenbau, Kiel-Kitzeberg

4., neubearbeitete und erweiterte Auflage

567 Seiten mit 474 Abbildungen und 4 Farbtafeln. In Ganzleinen DM 53,80

Aus dem Inhalt:

I. Allgemeiner Teil

A. Wirtschaftliche Bedeutung der Zierpflanzenkrankheiten und -schädigungen
B. Die Ursachen der Zierpflanzenkrankheiten und -schädigungen
1. Die Organismen als Ursachen 2. Viren als Ursachen
3. Einflüsse der unbelebten Umwelt als Ursachen
C. Verhütung und Bekämpfung der Krankheiten und Schädigungen im Zierpflanzenbau
1. Kulturmaßnahmen 2. Biologische Bekämpfung
3. Technische Bekämpfung

II. Besonderer Teil

A. Krankheiten und Schädigungen, die bei vielen Zierpflanzenarten vorkommen, und ihre Bekämpfung
1. Pflanzliche Schädlinge 2. Tierische Schädlinge 3. Viruskrankheiten
4. Krankheiten und Schädigungen nichtparasitärer Art
B. Krankheiten und Schädigungen einzelner Zierpflanzenarten und -gattungen in alphabetischer Reihenfolge nach den Zierpflanzen

Schrifttum — Alphabetisches Verzeichnis der deutschen und lateinischen Namen der im Text aufgeführten Zierpflanzen — Alphabetisches Sachverzeichnis.

Das Buch von Dr. H. Pape über die Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen erschien vor dem Kriege in drei rasch aufeinanderfolgenden Auflagen. Die geradezu umwälzenden Fortschritte, die im In- und Ausland während der letzten Jahre auf diesem wichtigen Gebiet gemacht wurden, zwangen zu einer umfassenden Neubearbeitung. Mit dieser Neuauflage bekommt nunmehr der große Kreis der Interessenten ein Werk in die Hand, auf das er sich in allen Fällen unbedingt verlassen kann. Es unterrichtet über Ursachen, Verhütung und Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen im Gewächshaus und Freiland, beschreibt sie im einzelnen und zählt sie in seinem Hauptteil in alphabetischer Reihenfolge der Zierpflanzen auf. Das internationale Schrifttum wurde für diese Neuauflage ebenso ausgewertet, wie die letzten Erfahrungen der Industrie und Praxis im In- und Ausland. Der übersichtlich gegliederte Text ermöglicht ein schnelles Erkennen und eine sichere Diagnose jeder auftretenden Krankheit.

474 Textabbildungen und 4 vierfarbige Kunstdrucktafeln erhöhen den Wert des Werkes und erleichtern zugleich seine Benutzung wesentlich. Es ist ein vorbildliches Nachschlagewerk für alle am Pflanzenschutz beteiligten Kreise.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Verlag Paul Parey, (1) Berlin SW 68, Lindenstr. 44-47, Tel. 61 44 68/69. Herausgeber Prof. Dr. Dr. h. c. G. Gassner, (20 b) Braunschweig, Humboldtstraße 1, Prof. Dr. E. Gäumann, Zürich 6, Universitätsstr. 2 und Prof. Dr. M. Klinkowski, Aschersleben, Ermslebener Straße 52. Printed in Germany. Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SO 36. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten. — Erscheinungsweise: Jährlich etwa 6 bis 8 Hefte (4 Hefte = 1 Band).